

مراجعة هيكل الكيمياء
لـ 10 صف متقدم
الفصل الدراسي الثالث
الجزء الأول



اعداد المعلمة : سمر ابودقة

| | | |
|---|---|----------------------|
| 1 | <p>يحدد خصائص الرابطة الفلزية</p> <p>نص الكتاب + الشكل 11</p> | 93 |
| | State the properties of metallic bond | Textbook + Figure 11 |

الروابط الفلزية وخواص الفلزات

القسم 4

الفكرة الرئيسية تكوّن الفلزات شبكات بلورية ويمكن نمذجتها في صورة كاتيونات محاطة "بحر" من إلكترونات التكافؤ الحرة المحركة.

تخيل عوامة في المحيط تتمايل وهي محاطة بالماء من كل جانب، وعلى الرغم من بقائها عائمة في مكانها، إلا أن ماء المحيط يتدفق بحرية من أسفلها. يمكن تطبيق هذا الوصف على الذرات الفلزية وإلكتروناتها بطريقة مشابهة نوعاً ما.

الكيمياء
في حياتك

الروابط الفلزية

على الرغم من أن الفلزات ليست أيونية، إلا أنها تشترك مع المركبات الأيونية في عدة خواص. ويعتمد الترابط في الفلزات والمركبات الأيونية على التجاذب بين الجسيمات ذات الشحنات المختلفة. وفي الغالب تكوّن الفلزات شبكات بلورية في الحالة الصلبة، تتشابه مع الشبكات البلورية الأيونية التي سبق ذكرها. في هذه الشبكة البلورية، تكون كل ذرة فلز محاطة بـ 8 إلى 12 ذرة فلزية أخرى.

بحر الإلكترونات رغم أن ذرات الفلزات لها إلكترون تكافؤ واحد على الأقل، إلا أنها لا تشترك في إلكترونات التكافؤ هذه مع الذرات المجاورة. ولا تنفصلها. وبدلاً من ذلك تتداخل مستويات الطاقة الخارجية لذرات الفلزات داخل الشبكة البلورية المزدحمة. ويُعرف هذا الترتيب الفريد بنموذج بحر الإلكترونات. ويفترض **نموذج بحر الإلكترونات** أن ذرات الفلزات جميعها في الحالة الصلبة تساهم بالإلكترونات التكافؤ الخاصة بها لتكوين بحر الإلكترونات، الذي يحيط بالكاتيونات الفلزية في الشبكة البلورية.

لا ترتبط الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية للذرات الفلزية المترابطة بذرة معينة، ويمكنها الانتقال بسهولة من ذرة إلى أخرى. ونظراً لإمكانية تحركها بحرية، يُشار إليها غالباً باسم **الإلكترونات الحرة** (غير المتموضعة) وعندما تتحرك الإلكترونات الخارجية للذرة بحرية في الجسم الصلب، يتكون كاتيون فلزي. ويرتبط كل كاتيون من هذه الكاتيونات بجميع الكاتيونات الفلزية المجاورة من خلال بحر من إلكترونات التكافؤ. كما يوضح **الشكل 11. والرابطة الفلزية** هي قوة التجاذب بين الكاتيون الفلزي والإلكترونات الحرة.

■ **الشكل 11** تتوزع إلكترونات التكافؤ في الفلزات (التي تبدو كسحابة زرقاء ذات إشارات سالبة) بالتساوي بين الكاتيونات الفلزية (التي تظهر باللون الأحمر). وتؤدي قوى التجاذب بين الكاتيونات الموجبة و"البحر" السالب إلى ربط ذرات الفلزات بعضها مع بعض في شبكة فلزية.

فسّر لماذا تُعرف الإلكترونات في الفلزات بالإلكترونات الحرة؟



الأسئلة الرئيسية

- ما خواص الرابطة الفلزية؟
- كيف يعتمد نموذج بحر الإلكترونات على الخواص الفيزيائية للفلزات؟
- ما المقصود بالسبائك وما تصنيفها؟

مفردات للمراجعة

الخاصية الفيزيائية خاصة المادة التي يمكن ملاحظتها أو قياسها دون تغيير تركيب العينة.

المفردات الجديدة

نموذج بحر الإلكترونات

electron sea model

إلكترونات حرة (غير متموضعة)

delocalized electrons

رابطة فلزية metallic bond

سبيكة alloy

Which is the best description of the valence electrons in the metallic bond?

ما الوصف الأفضل للإلكترونات التكافؤ في الرابطة الفلزية؟



A. Have a fixed position in the lattice

A. لديها مواقع ثابتة في الشبكة

B. It is a sea of free-moving electrons

B. هي بحر من الإلكترونات الحرة الحركة

C. The electron density is concentrated around specific atoms

C. تتركز كثافة الإلكترون حول ذرات معينة

D. The positive charges repulse with negative charges in it

D. تتنافر فيها الشحنات الموجبة مع الشحنات السالبة

What is the correct statement about the bonding model shown in the figure below?

- A – The valence electrons move freely between the metallic nuclei
- B – Form a brittle material
- C – The Cations convey electricity along the metal
- D – The metallic atoms form a "sea" of negatively charged ions

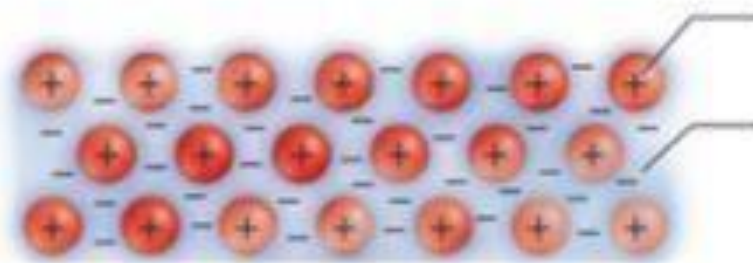
ما العبارة الصحيحة بالنسبة لنموذج الترابط الموضح في الشكل أدناه؟

A – تتحرك إلكترونات التكافؤ بحرية بين النوى الفلزية

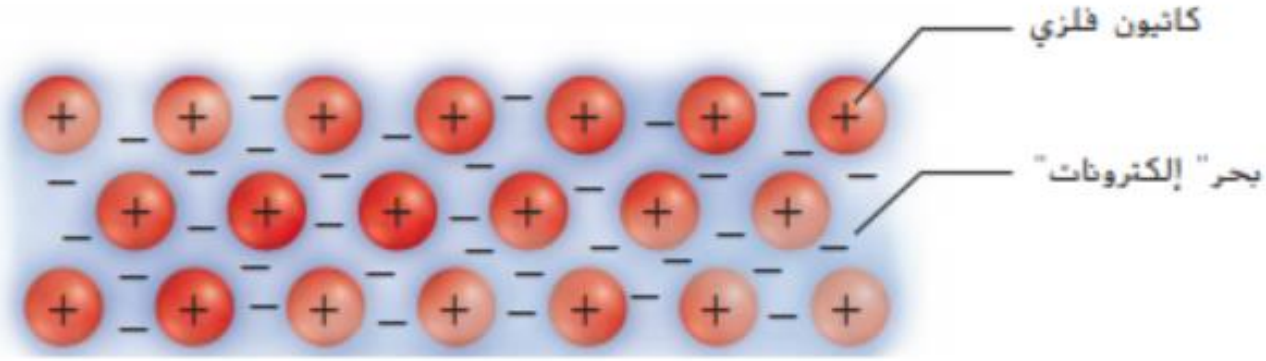
B – ينتج عنه مادة هشة

C – تنقل الكاتيونات الكهرباء على امتداد الفلز

D – تكون الذرات الفلزية "بحر" من الأيونات المشحونة بشحنات سالبة



في الشكل أدناه. ما الذي يصف بدقة إلكترونات التكافؤ في بلورة فلزية بشكل دقيق؟



A لا تتحرك إلكترونات التكافؤ بحرية

B تتحرك إلكترونات التكافؤ بحرية

C تنجذب إلكترونات التكافؤ بقوة إلى أنوية الذرات

D ترتبط إلكترونات التكافؤ مع ذرة معينة

خواص الفلزات يمكن تفسير الخواص الفيزيائية للفلزات عن طريق الرابطة الفلزية، وهذه الخواص تُظهر قوة الروابط الفلزية.

درجتا الغليان والانصهار تختلف درجات انصهار الفلزات بشكل كبير، فالزئبق يكون سائلاً عند درجة حرارة الغرفة، مما يجعله مفيداً في الأدوات العلمية، مثل التيرموميترات والباروميترات. وفي المقابل، تبلغ درجة انصهار التنجستين 3422°C . ولذلك يُصنع منه فتيل (سلك) المصابيح، وكذلك بعض أجزاء المركبات الفضائية.

وبوجه عام، تكون درجات انصهار وجليان الفلزات عالية كما يوضح الجدول 12، إلا أن درجات الانصهار ليست مرتفعة جداً كدرجات الغليان؛ لأن الكاتيونات والإلكترونات تتحرك بحرية في الفلز ومن ثم لا تحتاج إلى طاقة كبيرة جداً لجعلها تتحرك بعضها فوق بعض، لكن أثناء الغليان، يلزم فصل الذرات عن مجموعة الكاتيونات والإلكترونات مما يتطلب طاقة كبيرة جداً.

قابلية الطرق والسحب والتمتانة الفلزات قابلة للطرق، أي يمكن تحويلها إلى رقائق بالطرق، كما إنها قابلة للسحب، أي يمكن تحويلها إلى أسلاك. يوضح الشكل 12 كيف يمكن دفع الجسيمات المشتركة في الرابطة الفلزية أو سحبها بعضها فوق بعض. وتتميز الفلزات عادة بالتمتانة، وعلى الرغم من أن الكاتيونات الفلزية تتحرك في الفلز، إلا أنها تنجذب بشدة إلى الإلكترونات المحيطة بها ولا تنفصل بسهولة عن الفلز.

خواص الفلزات يمكن تفسير الخواص الفيزيائية للفلزات عن طريق الرابطة الفلزية. وهذه الخواص تُظهر قوة الروابط الفلزية.

درجتا الغليان والانصهار تختلف درجات انصهار الفلزات بشكل كبير، فالزئبق يكون سائلاً عند درجة حرارة الغرفة، مما يجعله مفيداً في الأدوات العلمية، مثل التيرموميترات والباروميترات. وفي المقابل، تبلغ درجة انصهار التنجستين 3422°C . ولذلك يُصنع منه فتيل (سلك) المصابيح، وكذلك بعض أجزاء المركبات الفضائية.

وبوجه عام، تكون درجات انصهار وجليان الفلزات عالية كما يوضح الجدول 12، إلا أن درجات الانصهار ليست مرتفعة جداً كدرجات الغليان؛ لأن الكاتيونات والإلكترونات تتحرك بحرية في الفلز ومن ثم لا تحتاج إلى طاقة كبيرة جداً لجعلها تتحرك بعضها فوق بعض، لكن أثناء الغليان، يلزم فصل الذرات عن مجموعة الكاتيونات والإلكترونات مما يتطلب طاقة كبيرة جداً.

قابلية الطرق والسحب والتمتانة الفلزات قابلة للطرق، أي يمكن تحويلها إلى رقائق بالطرق، كما إنها قابلة للسحب، أي يمكن تحويلها إلى أسلاك. يوضح الشكل 12 كيف يمكن دفع الجسيمات المشتركة في الرابطة الفلزية أو سحبها بعضها فوق بعض. وتتميز الفلزات عادة بالتمتانة، وعلى الرغم من أن الكاتيونات الفلزية تتحرك في الفلز، إلا أنها تنجذب بشدة إلى الإلكترونات المحيطة بها ولا تنفصل بسهولة عن الفلز.

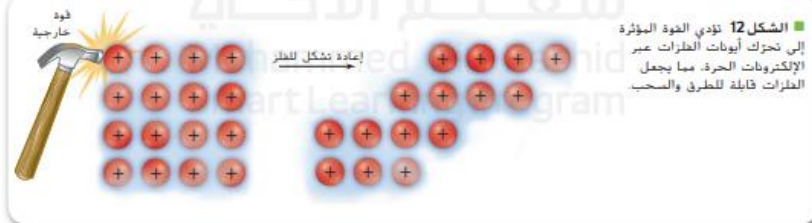
توصيل الحرارة والكهرباء تجعل حركة الإلكترونات حول الكاتيونات الفلزية الموجبة الفلزات موصلات جيدة، حيث تنقل الإلكترونات الحرة الحرارة من مكان لآخر بسرعة أكبر من الإلكترونات الموجودة في المواد التي لا تحتوي على إلكترونات متحركة. وتتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة كجزء من تيار كهربائي عند حدوث فرق جهد عبر الفلز. وتتفاعل هذه الإلكترونات الحرة مع الضوء من خلال امتصاص الفوتونات وإطلاقها، مما ينتج عنه خاصية البريق واللمعان.

الصلابة والقوة لا تقتصر الإلكترونات حرة الحركة في الفلزات الانتقالية على الإلكترونين الخارجيين في المستوى الفرعي s وإنما تشمل أيضاً الإلكترونات الداخلية في المستوى الفرعي d. وكلما زادت أعداد الإلكترونات الحرة الحركة زادت خواص الصلابة والقوة، فعلى سبيل المثال، توجد الروابط الفلزية القوية في الفلزات الانتقالية، مثل الكروم والحديد والنيكل، في حين أن الفلزات الطويلة لينة لأن لها إلكترونات واحدة حرة الحركة في المستوى ns.

■ **التأكد من فهم النص قابل بين ما يحدث عند طرق الفلزات والمركبات الأيونية بطريقة.**

الجدول 12 درجات الغليان والانصهار

| العنصر | درجة الانصهار ($^{\circ}\text{C}$) | درجة الغليان ($^{\circ}\text{C}$) |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| الليثيوم | 180 | 1342 |
| القصدير | 232 | 2602 |
| الألمنيوم | 660 | 2519 |
| الباريوم | 727 | 1897 |
| الفضة | 962 | 2162 |
| النحاس | 1085 | 2562 |



| | |
|---|---|
| 2 | CHM.5.1.02.023.03 يفسر بعض الخصائص الفيزيائية (درجات الانصهار والغليان - التوصيل الحراري والكهربائي - قابلية الطرق والسحب - الصلابة - البريق واللمعان) CHM.5.1.02.023.03 Explain some physical properties of metals (Melting and boiling points, Thermal and electrical conductivity, Malleability, ductility, durability, Hardness and strength) |
|---|---|

| |
|-----------------------|
| نص الكتاب Textbook |
|-----------------------|

| |
|----|
| 94 |
|----|

خواص الفلزات يمكن تفسير الخواص الفيزيائية للفلزات عن طريق الرابطة الفلزية. وهذه الخواص تظهر قوة الروابط الفلزية.

درجات الغليان والانصهار تختلف درجات انصهار الفلزات بشكل كبير، فالزئبق يكون سائلاً عند درجة حرارة الغرفة، مما يجعله مفيداً في الأدوات العلمية، مثل الترمومترات والباروميترات. وفي المقابل، تبلغ درجة انصهار التنجستن 3422°C ، ولذلك يُصنع منه قنبل (سلك) المصابيح. وكذلك بعض أجزاء المركبات الفضائية.

وبوجه عام، تكون درجات انصهار وغليان الفلزات عالية كما يوضح الجدول 12. إلا أن درجات الانصهار ليست مرتفعة جداً كدرجات الغليان، لأن الكاتيونات والإلكترونات تتحرك بحرية في الفلز ومن ثم لا نحتاج إلى طاقة كبيرة جداً لجعلها تتحرك بعضها فوق بعض. لكن أثناء الغليان، يلزم فصل الذرات عن مجموعة الكاتيونات والإلكترونات مما يتطلب طاقة كبيرة جداً.

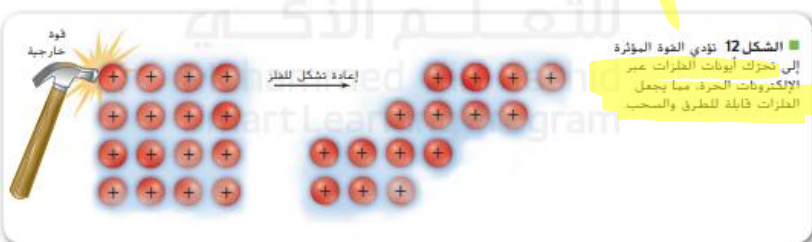
قابلية الطرق والسحب والمطانة الفلزات قابلة للطرق. أي يمكن تحويلها إلى رقائق بالطرق، كما إنها قابلة للسحب، أي يمكن تحويلها إلى أسلاك. يوضح الشكل 12 كيف يمكن دفع الجسيمات المشتركة في الرابطة الفلزية أو سحبها بعضها فوق بعض. وتتميز الفلزات عادة بالمطانة. وعلى الرغم من أن الكاتيونات الفلزية تتحرك في الفلز، إلا أنها تتجذب بشدة إلى الإلكترونات المحيطة بها ولا تتحرك بحرية.

توصيل الحرارة والكهرباء تجعل حركة الإلكترونات حول الكاتيونات الفلزية الموجبة الفلزات موصلات جيدة، حيث تنقل الإلكترونات الحرة الحرارة من مكان لآخر بسرعة أكبر من الإلكترونات الموجودة في المواد التي لا تحتوي على إلكترونات متحركة. وتتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة كجزء من تيار كهربائي عند حدوث فرق جهد عبر الفلز. وتتفاعل هذه الإلكترونات الحرة مع الضوء من خلال امتصاص الفوتونات وإطلاقها، مما ينتج عنه خاصية البريق واللمعان.

الصلابة والقوة لا تقتصر الإلكترونات حرة الحركة في الفلزات الانتقالية على الإلكترونين الخارجيين في المستوى الفرعي s وإنما تشمل أيضاً الإلكترونات الداخلية في المستوى الفرعي d. وكلما زادت أعداد الإلكترونات الحرة الحركة زادت خواص الصلابة والقوة، فعلى سبيل المثال، توجد الروابط الفلزية القوية في الفلزات الانتقالية، مثل الكروم والحديد والنيكل، في حين أن الفلزات القلوية لينة لأن لها إلكترونات واحداً حر الحركة في المستوى ns^1 .

التأكد من فهم النص قابل بين ما يحدث عند طرق الفلزات والمركبات الأيونية بطريقة.

| الجدول 12 درجات الغليان والانصهار | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| العنصر | درجة الانصهار ($^{\circ}\text{C}$) | درجة الغليان ($^{\circ}\text{C}$) |
| الليثيوم | 180 | 1342 |
| القصدير | 232 | 2602 |
| الألمنيوم | 660 | 2519 |
| الباريوم | 727 | 1897 |
| الفضة | 962 | 2162 |
| النحاس | 1085 | 2562 |



توصيل الحرارة والكهرباء تجعل حركة الإلكترونات حول الكاتيونات الفلزية

الموجبة الفلزات موصلات جيدة، حيث تنقل الإلكترونات الحرة الحرارة من

مكان لآخر بسرعة أكبر من الإلكترونات الموجودة في المواد التي لا تحتوي على

إلكترونات متحركة. وتتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة كجزء من تيار كهربائي

عند حدوث فرق جهد عبر الفلز. وتتفاعل هذه الإلكترونات الحرة مع الضوء من

خلال امتصاص الفوتونات وإطلاقها، مما ينتج عنه خاصية البريق واللمعان.

الصلابة والقوة لا تقتصر الإلكترونات حرة الحركة في الفلزات الانتقالية على

الإلكترونين الخارجيين في المستوى الفرعي s وإنما تشمل أيضاً الإلكترونات

الداخلية في المستوى الفرعي d. وكلما زادت أعداد الإلكترونات الحرة الحركة

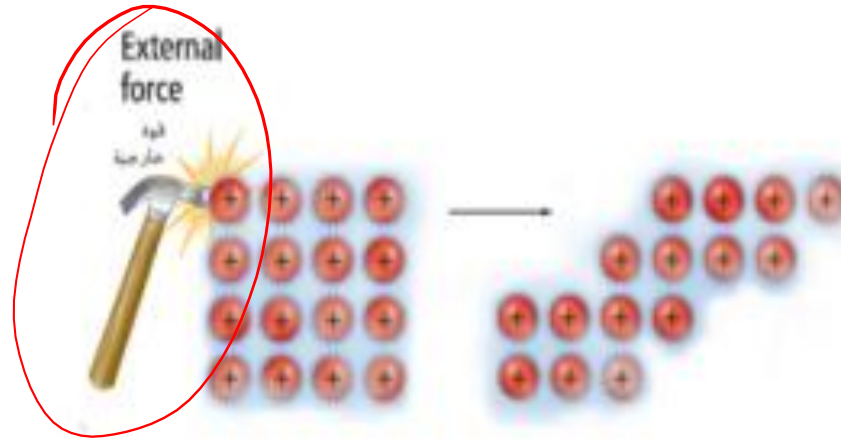
زادت خواص الصلابة والقوة. فعلى سبيل المثال، توجد الروابط الفلزية القوية في

الفلزات الانتقالية، مثل الكروم والحديد والنيكل، في حين أن الفلزات القلوية لينة

لأن لها إلكترونات واحداً حر الحركة في المستوى ns^1 .

What is the property of metals shown in the figure below?

ما خاصية الفلزات التي تتضح في الشكل أدناه؟



Thermal and electrical conductivity

~~توصيل الحرارة والكهرباء~~

Hardness and strength

~~الصلابة والقوة~~

Malleability, ductility, and durability

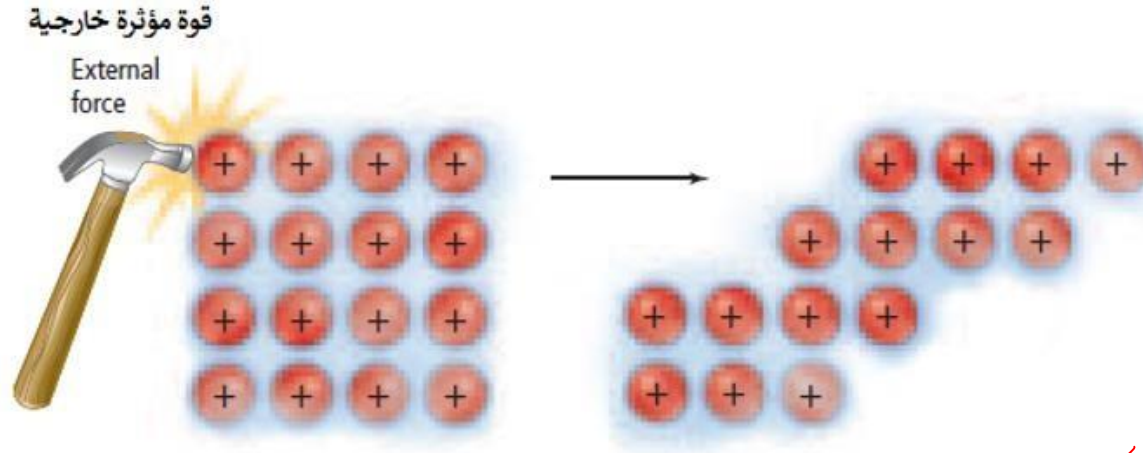
قابلية الطرق والسحب والتمتانة

Melting and boiling points

~~درجات الغليان و الانصهار~~

What explain malleability of metals?

ما الذي يُفسر قابلية الفلزات للطرق؟



The movement of the free (delocalized) electrons more easily

تحريك إلكترونات حرة بسهولة كبيرة
↑ توصيل كهربائي + حراري

The reaction of free (delocalized) electrons with light

تفاعل الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) مع الضوء
→ ملحان

The movement of metallic cations through free (delocalized) electrons

حركة أيونات الفلزات عبر الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة)
صحيح + سهل

The movement of fixed electrons around the metallic cation

حركة الإلكترونات المقيدة حول الكانيون الفلزي
X

What explain the luster of metals?

ما الذي يُفسر لمعان الفلزات؟



The movement of the free (delocalized) electrons more easily

حركة الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) بسهولة كبيرة

The reaction of free (delocalized) electrons with light

تفاعل الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة) مع الضوء

The movement of metallic cations through free (delocalized) electrons

حركة أيونات الفلزات عبر الإلكترونات الحرة (غير المتموضعة)

The movement of electrons is fixed around the metallic cation

حركة الإلكترونات مُقيدة حول الكاتيون الفلزي

ما الذي يُفسر خاصية البريق واللمعان التي تميز الفلزات ؟

~~A قابلية الطرق والسحب~~

~~B وجودها في الحالة الصلبة~~

~~C درجات الانصهار والغليان المرتفعة~~

D تفاعل الإلكترونات الحرة مع الضوء وامتصاصها وإطلاقها الفوتونات

ما الخاصية التي لا تشترك فيها جميع الفلزات؟

~~A توصيل الحرارة~~

~~B توصيل الكهرباء~~

~~C البريق والمعان~~

D الحالة الفيزيائية

أي الخواص الآتية لفلز التنجستن W تجعله مناسبًا دون غيره من الفلزات في صناعة (شُعيرات)
فتيل المصابيح الكهربائية؟

~~A توصيل الكهرباء~~

~~B توصيل الحرارة~~

~~C قابلية الطرق والسحب~~

D درجة الانصهار العالية

والدرجة العالية

السبائك الفلزية

نظراً لطبيعة الروابط الفلزية، يصبح من السهل نسبياً إدخال عناصر مختلفة إلى البلورة الفلزية لتكوين سبيكة. **والسبيكة** خليط من عناصر لها خواص فلزية. ويفضل هذا المزيج الفلزي من الخواص تدخل السبائك في العديد من الاستخدامات التجارية. فالفولاذ والحاس وحديد الزهر من السبائك الكثيرة المعقدة.

خواص السبائك تختلف خواص السبائك نوعاً ما عن خواص العناصر التي تحتوي عليها. فالفولاذ مثلاً حديد مخلوط بعنصر آخر على الأقل. وتبقى بعض خواص الحديد، لكن الفولاذ خواصه إضافية أخرى، منها أنه أكثر قوة. وتختلف خواص بعض السبائك بحسب طريقة تصنيعها. وفي بعض الفلزات، تنتج خواص مختلفة اعتماداً على طريقة التسخين والتبريد.

تجربة مصفرة

ملاحظة الخواص

كيف تتغير خواص الفولاذ عندما يخضع لأنواع مختلفة من المعالجة بالحرارة؟ كان الإنسان يعالج الفلزات بالحرارة لتغيير خواصها. وتعتمد الخواص النهائية للفلز على درجة الحرارة التي يُسخن بها الفلز ومعدل تبريده.

الإجراء

- اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل بدء العمل.
- احص خاصية فولاذ الزئبرك عن طريق محاولة ثني واحد من دبابيس الشعر الثلاثة، وسجل ملاحظتك.
- ثم أمسك كل طرف من طرفي الديوس بملقط. ضع الجزء المتحتي الحلفي وسط الديوس فوق لهب أزرق على موقد بنزن. وعندما يتحول الفلز إلى اللون الأحمر، اسحب الديوس لتفحه ليصبح قطعة فلز مستقيمة. ثم اتركه حتى يبرد بينما تسجل ملاحظتك. كرر الخطوة 3 على الديوسين المتبقين.
- تحذير: لا تلمس الفلز الساخن ولا تضع يديك فوق شعلة موقد بنزن..
- لجعل الفولاذ ليناً، استخدم ملقطاً للإمساك بالدبابيس الثلاثة عمودياً في اللهب الخارج من الموقد حتى تتوهج باللون الأحمر. ارفع الدبابيس الثلاثة ببطء عن اللهب حتى تبرد ببطء. ينتج عن التبريد ببطء تكون بلورات كبيرة.
- بعد التبريد، قم بثنى كل من الدبابيس الثلاثة على شكل حرف L. سجل ملاحظتك لحالة الفلز عندما تقوم بثنه.
- لزيادة صلابة الفولاذ، استعمل الملاقط لحمل زوج من الدبابيس المنتشية في اللهب حتى تتوهج بالكامل وتتحول إلى اللون الأحمر. ثم اغمر الفلزات الساخنة على الفور في كأس سعة 250 mL يحتوي على 200 mL من الماء البارد. يؤدي التبريد السريع إلى تكون بلورات صغيرة.
- حاول تقويم أحد الدبابيس البتحتية ليكون مستقيماً. وسجل



الشكل 13 تُصنع أجزاء الدراجات حياناً من سبيكة التيتانيوم ونحتوي سبيكة لتيتانيوم على 3% من الألمنيوم و 2.5% من النيتروجين.

المفردات
أصل الكلمة
سبيكة Alloy
مأخوذة من الكلمة اللاتينية *alligare* والتي تعني التماسك.

| الجدول 13 السبائك التجارية | | |
|----------------------------|--------------------------------|------------------------|
| الاسم الشائع | التركيب | الاستخدامات |
| أنتيكو | Co 10% .Ni 20% .Al 20% .Fe 50% | البنائيات |
| النحاس الأصفر | Zn 10-33% .Cu 67-90% | الأنابيب و الإضاءة |
| البرونز | Sn 1-18% .Zn 1-25% .Cu 70-95% | الأجراس والميداليات |
| حديد الزهر | C 3-4% .Fe 96-97% | الغالب |
| ذهب عيار 10 قيراط | Cu 37.46% .Ag 12-20% .Au 42% | المجوهرات |
| حببيات الطلقات | As 0.2% .Pb 99.8% | حببيات الطلقات النارية |
| السبوتر | Pb 0-15% .Sb 5-15% .Sn 70-95% | أدوات المائدة |
| الفولاذ المطاوم للصدأ | Ni 7-9% .Cr 14-18% .Fe 73-79% | الأدوات والأحواض |
| فضة إسترلينية (النقود) | Cu 7.5% .Ag 92.5% | أدوات المائدة، الحلي |

الجدول 13 يسرد بعض السبائك المهمة من الناحية التجارية إلى جانب استخداماتها.

تُستخدم سبيكة من التيتانيوم والفناديوم في تصنيع أجزاء الدراجات كما هو موضح في الشكل 13. وتُصنّف هذه السبائك في نوعين أساسيين: هما سبائك استبدالية وسبائك فراغية.

السبائك الاستبدالية في السبيكة الاستبدالية، تستبدل بعض الذرات الموجودة في الجسم الصلب الفلزي الأصلي بفلزات أخرى ذات حجم ذري مشابه. وتُعدُّ الفضة الإسترلينية مثلاً للسبائك الاستبدالية، ففيها تحل ذرات النحاس محل بعض ذرات الفضة في البلورة الفلزية. ويكتسب الجسم الصلب الناتج خواص كل من الفضة والنحاس.

السبائك الفراغية تتكون السبيكة الفراغية عندما تُملأ الفجوات (الفراغات البينية) الموجودة في البلورة الفلزية بذرات صغيرة. ويُعدُّ الحديد الكروموني من أشهر السبائك الفراغية المعروفة، ففيه تُملأ الفجوات الموجودة في بلورة الحديد بذرات الكربون وتتغير الخواص الفيزيائية للحديد. حيث إنه لئّن وسهل الطرق نسبياً. إن إضافة الكربون إلى الجسم الصلب تكسبه مزيداً من الصلابة والقوة وتجعله أقل قابلية للسحب مقارنة بالحديد النقي.

القسم 4 مراجعة

ملخص القسم

- تتكون الرابطة الفلزية عندما تجذب الكاتيونات الفلزية إلكترونات التكافؤ الحرة الحرة.
- تتحرك الإلكترونات في نموذج بحر الإلكترونات عبر البلورة الفلزية ولا ترتبط بأي ذرة محددة.
- يفسر نموذج بحر الإلكترونات الخواص الفيزيائية للفلزات.
- تتكون السبائك الفلزية عند دمج فلز مع عنصر آخر أو أكثر.
- 40. الفكرة الرئيسة قابل بين تركيب المركبات الأيونية والفلزات.
- 41. اشرح كيف يمكن تفسير توصيل الكهرباء ودرجات الغليان العالية للفلزات عن طريق الروابط الفلزية.
- 42. قابل بين أسباب قوة التجاذب في الروابط الأيونية والروابط الفلزية.
- 43. لخص أنواع السبائك عن طريق إقران هذه المصطلحات والعبارات بشكل صحيح: استبدالية وفراغية ومستبدلة ومملوءة.
- 44. صمّم تجربة للتمييز بين المواد الصلبة الفلزية والمواد الصلبة الأيونية، بحيث تشمل على الأقل طريقتين مختلفتين للمقارنة بين المواد الصلبة. فسر استنتاجك.
- 45. صمّم نموذجاً ارسم نموذجاً يوضح قابلية الفلزات للطرق أو السحب إلى أسلاك، مستعيناً بنموذج بحر الإلكترونات كما في الشكل الشكل 11.

Which of the following is **correct** regarding the alloys in the table below?

أي مما يأتي **صحيح** فيما يتعلق بالسبائك الواردة في الجدول أدناه؟

| رقم السبيكة Alloy number | 1 | 2 | 3 |
|-----------------------------|---|----------------------------------|--------------------------------------|
| السبيكة Alloy | سبيكة من التيتانيوم والفانديوم Titanium and vanadium alloy | الفولاذ الكربوني Carbon steel | الفضة الإسترلينية Sterling silver |

السبيكة 2 تُعتبر مثالاً على السبائك الاستبدالية

السبيكة 3 تُعتبر مثالاً على السبائك الفراغية

تُستخدم السبيكة 1 في صناعة أجزاء الدراجات

كلًا من السبيكة 2 و 3 تُعتبر مثالاً على السبائك الفراغية

أي مما يأتي تُعد سبيكة فراغية؟

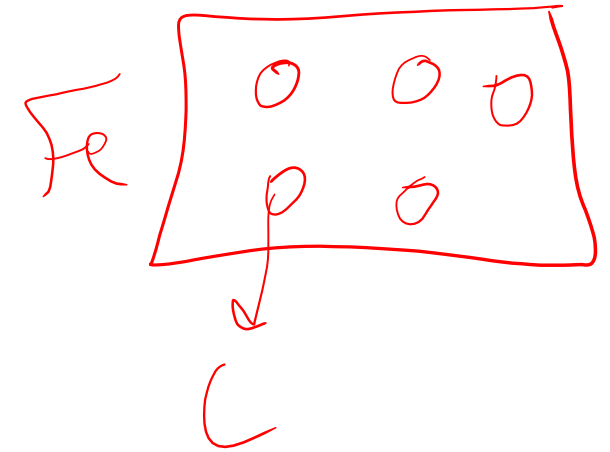
A الفولاذ الكربوني (حديد وكربون)

B الفضة الإستريالية (فضة ونحاس)

C النحاس الأصفر (خارصين ونحاس)

D البرونز (خارصين - نحاس - قصدير)

السبيكة

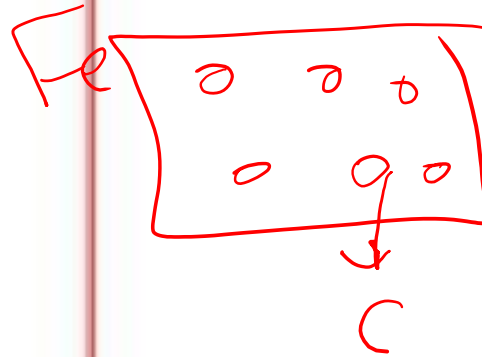


Steel is an example of Interstitial alloys. What element is added to the iron crystal to obtain steel?

- A – Carbon (C)
- B – Silver (Ag)
- C – Tin (Sn)
- D – Lead (Pb)

يُعتبر الفولاذ من أمثلة السبائك الفراغية. ما العنصر الذي يتم اضافته إلى بلورة الحديد للحصول على الفولاذ؟

- A – الكربون (C)
- B – الفضة (Ag)
- C – القصدير (Sn)
- D – الرصاص (Pb)



[illegible]

الشكل 20 تُحسب قيم السالبية الكهربية بمتابعة قوة جذب الذرة للإلكترونات المشتركة إلى قوة جذب ذرة الفلور لهذه الإلكترونات. لاحظ أن قيم السالبية الكهربية لمسلسلي اللانثيدات والأكتينيدات، غير الموضحة في الجدول، تتراوح من 1.12 إلى 1.7.

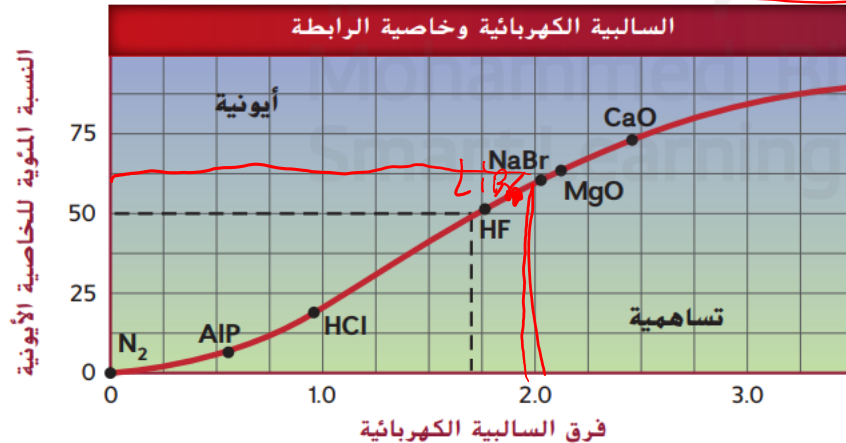
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1 H 1.008 | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B 10.81 | 6 C 12.01 | 7 N 14.01 | 8 O 16.00 | 9 F 18.99 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 Li 6.94 | 4 Be 9.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | 10 Ne 20.18 | 11 Na 22.99 | 12 Mg 24.31 | 13 Al 26.98 | 14 Si 28.09 | 15 P 30.97 | 16 S 32.07 | 17 Cl 35.45 | 18 Ar 39.95 | | | | | | | | |
| 19 K 39.10 | 20 Ca 40.08 | 21 Sc | 22 Ti 47.88 | 23 V 50.94 | 24 Cr 52.00 | 25 Mn 54.94 | 26 Fe 55.85 | 27 Co 58.93 | 28 Ni 58.69 | 29 Cu 63.55 | 30 Zn 65.38 | 31 Ga 69.72 | 32 Ge 72.64 | 33 As 74.92 | 34 Se 78.96 | 35 Br 79.90 | 36 Kr 83.80 | 37 Rb 85.47 | 38 Y 87.63 | 39 Zr 91.22 | 40 Nb 92.91 | 41 Mo 95.94 | 42 Tc | 43 Ru 101.07 | 44 Rh 102.91 | 45 Pd 106.42 | 46 Ag 107.87 | 47 Cd 112.41 | 48 In 114.82 | 49 Sn 118.71 | 50 Sb 121.76 | 51 Te 127.60 | 52 I 126.91 | 53 Xe 131.29 |
| 55 Cs 132.91 | 56 Ba 137.33 | 57 La 138.91 | 58 Ce 140.12 | 59 Pr 140.91 | 60 Nd 144.24 | 61 Pm | 62 Sm 150.36 | 63 Eu 151.96 | 64 Gd 157.25 | 65 Tb 158.93 | 66 Dy 162.50 | 67 Ho 164.93 | 68 Er 167.26 | 69 Tm 168.93 | 70 Yb 173.05 | 71 Lu 174.97 | 72 Hf 178.49 | 73 Ta 180.95 | 74 W 183.84 | 75 Re 186.21 | 76 Os 190.23 | 77 Ir 192.22 | 78 Pt 195.08 | 79 Au 196.97 | 80 Hg 200.59 | 81 Tl 204.38 | 82 Pb 207.2 | 83 Bi 208.98 | 84 Po 209 | 85 At 210 | 86 Rn 222 | | | |
| 87 Fr 223 | 88 Ra 226 | 89 Ac | 90 Th 232.04 | 91 Pa 231.04 | 92 U 238.03 | 93 Np 237.05 | 94 Pu 244.06 | 95 Am 243.06 | 96 Cm 247.07 | 97 Bk 247.07 | 98 Cf 251.08 | 99 Es 252.08 | 100 Fm 257.10 | 101 Md 258.10 | 102 No 259.10 | 103 Lr 262.11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

الجدول 7 فرق السالبية الكهربية وخواص الرابطة

| خاصية الرابطة | فرق السالبية الكهربية |
|-------------------|-----------------------|
| أيونية غالباً | > 1.7 |
| تساهمية قطبية | $0.4 - 1.7$ |
| تساهمية غالباً | < 0.4 |
| تساهمية غير قطبية | 0 |

$$\text{LiBr} = 2.96 - 0.98 = 1.98$$

أحياناً تكون الرابطة غير واضحة إذا كانت أيونية أو تساهمية. إذا كان فرق السالبية الكهربية هو 1.70، فإن ذلك يعني أن الرابطة بنسبة 50% تساهمية وبنسبة 50% أيونية. وكلما زاد فرق السالبية الكهربية، زادت الخاصية الأيونية للرابطة. وعادةً تتكون الروابط الأيونية عندما يكون فرق السالبية الكهربية أكبر من 1.70. ومع ذلك، لا يتفق هذا الحد الفاصل في بعض الأحيان مع ملاحظات التجارب التي يرتبط فيها لافلزان معاً. يلخص الشكل 21 مدى الترابط الكيميائي بين ذرتين. ما نسبة أيونية الرابطة التي تنتج عن اتحاد ذرتين فرق السالبية الكهربية بينهما 2.00؟ وأين سيكون مكان LiBr على الرسم البياني؟



الشكل 21 يوضح هذا الرسم البياني أن الفرق في السالبية الكهربية بين الذرات المترابطة يحدد نسبة الخاصية الأيونية في الرابطة. تكون الرابطة أيونية إذا كانت نسبة الأيونية فيها أكثر من 50%.

اختبار الرسم البياني
حدّد نسبة الأيونية لأكسيد الكالسيوم.

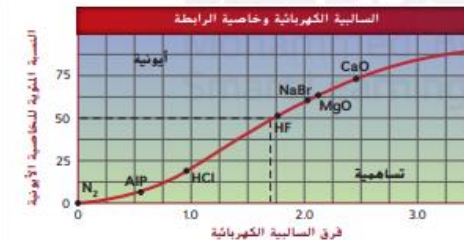
الجدول 7 فرق السالبية الكهربية وخواص الرابطة

| خاصية الرابطة | فرق السالبية الكهربية |
|-------------------|-----------------------|
| أيونية غالباً | > 1.7 |
| تساهمية قطبية | $0.4 - 1.7$ |
| تساهمية غالباً | < 0.4 |
| تساهمية غير قطبية | 0 |

خاصية الرابطة لا يمكن أن تكون الرابطة الكيميائية بين ذرات العناصر المختلفة رابطة أيونية أو تساهمية بالكامل. وتعتمد خاصية الرابطة على مقدار قوة جذب كل ذرة من الذرات المترابطة للإلكترونات. ويبين الجدول 7 إمكانية توقع خاصية الرابطة الكيميائية ونوعها باستعمال فرق السالبية الكهربية بين العناصر المكونة للرابطة. ويكون فرق السالبية الكهربية بين ذرتين متماثلتين صغراً — وهذا يعني أن الإلكترونات موزعة بالتساوي بين الذرتين. وتعدّ هذا الرابطة تساهمية غير قطبية أو تساهمية صرفة. وفي المقابل، ولأن العناصر المختلفة لها قيم سالبية كهربية مختلفة، لذا لا يتوزع زوج الإلكترونات الرابطة التساهمية بين ذرات العناصر المختلفة بالتساوي. وينتج عن عدم التساوي في التوزيع **رابطة تساهمية قطبية (polar covalent bond)**. وعندما يكون هناك فرق كبير في السالبية الكهربية بين الذرات المترابطة، ينتقل الإلكترون من ذرة إلى أخرى مما يؤدي إلى تكوين رابطة أيونية.

أحياناً تكون الرابطة غير واضحة إذا كانت أيونية أو تساهمية. إذا كان فرق السالبية الكهربية هو 1.70، فإن ذلك يعني أن الرابطة بنسبة 50% تساهمية وبنسبة 50% أيونية. وكلما زاد فرق السالبية الكهربية، زادت الخاصية الأيونية للرابطة. وعادةً تتكون الروابط الأيونية عندما يكون فرق السالبية الكهربية أكبر من 1.70. ومع ذلك، لا يتفق هذا الحد الفاصل في بعض الأحيان مع ملاحظات التجارب التي يرتبط فيها لافلزان معاً. يلخص الشكل 21 مدى الترابط الكيميائي بين ذرتين. ما نسبة أيونية الرابطة التي تنتج عن اتحاد ذرتين فرق السالبية الكهربية بينهما 2.00؟ وأين سيكون مكان LiBr على الرسم البياني؟

التأكد من فهم النص حقل ما نسبة أيونية الرابطة التساهمية الصرفة؟



الشكل 21 يوضح هذا الرسم البياني أن الفرق في السالبية الكهربية بين الذرات المترابطة يحدد نسبة الخاصية الأيونية في الرابطة. تكون الرابطة أيونية إذا كانت نسبة الأيونية فيها أكثر من 50%.

اختبار الرسم البياني
حدّد نسبة الأيونية لأكسيد الكالسيوم.

What is the bond type in H₂O molecule?

ما نوع الرابطة في الجزيء H₂O ؟

$$3.44 - 2.20$$

1.24

| H | O | عنصر Element |
|------|------|--|
| 2.20 | 3.44 | السالبية الكهربية Electronegativity |

| الجدول 7 فرق السالبية الكهربية وخواص الرابطة | |
|--|-----------------------|
| خاصية الرابطة | فرق السالبية الكهربية |
| أيونية غالبًا | > 1.7 |
| تساهمية قطبية | 0.4 - 1.7 |
| تساهمية غالبًا | < 0.4 |
| تساهمية غير قطبية | 0 |

أيونية غالبًا

تساهمية غير قطبية

تساهمية قطبية

تساهمية غالبًا

ما نوع الرابطة في الجزيء OF_2 ؟

0.54

| العنصر Element | O | F |
|--|------|------|
| السالبية الكهربية Electronegativity | 3.44 | 3.98 |

3.98 - 3.44

أيونية غالبًا

تساهمية غير قطبية

تساهمية قطبية

تساهمية غالبًا

| الجدول 7 فرق السالبية الكهربية وخواص الرابطة | |
|--|-----------------------|
| خاصية الرابطة | فرق السالبية الكهربية |
| أيونية غالبًا | > 1.7 |
| تساهمية قطبية | $0.4 - 1.7$ |
| تساهمية غالبًا | < 0.4 |
| تساهمية غير قطبية | 0 |



| | | |
|---|---|---|
| <p>ينتج عن شكل جزيء الأمونيا غير المتناظر عدم التناوي في توزيع الشحنات، لذا يكون الجزيء قطبيًا.</p> | <p>ينتج عن تناظر جزيء CCl_4 تساوي في توزيع الشحنات، لذا يكون الجزيء غير قطبي.</p> | <p>يجعل الشكل المتناهي جزيء الماء قطبيًا.</p> |
|---|---|---|

يكون شكل جزيء H_2O كما هو موضح من خلال نموذج VSEPR. حيث يتسبب وجود زوجين من الإلكترونات غير المرتبطة على ذرة الأكسجين المركزية، كما هو موضح في الشكل 23a. ولأن روابط $H-O$ غير متناظرة في جزيء الماء، لهذا الجزيء طرفان دائمان. أحدهما موجب والآخر سالب. لذا فهو مركب قطبي.

أما جزيء CCl_4 فهو رباعي الأوجه. لذا فهو متناظر. كما هو مبين في الشكل 23b. لذا يكون مقدار الشحنة الكهربائية من أي نقطة على المركز متساوية لبقية الشحنة عند السطوح المتساوية في الجهة المقابلة. ويكون مركز الشحنة السالبة على كل ذرة كلور. في حين يكون مركز الشحنة الموجبة على ذرة الكربون. ولأن الشحنتات الجزئية متساوية، يكون جزيء CCl_4 غير قطبي. لاحظ أن الجزيئات المتناظرة عادة ما تكون غير قطبية. أما الجزيئات غير المتناظرة فتكون قطبية إذ كانت الرابطة قطبية.

هل جزيء الأمونيا (NH_3) في الشكل 23c قطبي؟ لهذا الجزيء ذرة نيتروجين مركزية وثلاث ذرات هيدروجين طرفية. وله شكل هرم ثلاثي بسبب أزواج الإلكترونات غير المرتبطة التي توجد على ذرة النيتروجين. وباستخدام الشكل 2.84 تجد أن الفرق في السالبية الكهربية بين الهيدروجين والنيتروجين يساوي 0.84. مما يجعل لـ N-H روابط قطبية. نوزع الشحنات بغير متساو لأن الجزيء غير منطرفة. لذا يكون الجزيء قطبياً.

قابلية ذوبان الجزيئات القطبية إن الخاصية الفيزيائية المعروفة بتقابلية الذوبان هي قدرة المادة على الذوبان في مادة أخرى، ويحدد نوع الرابطة وشكل الجزيئات مدى قابلية للذوبان، وعادة ما تكون الجزيئات القطبية والمركبات الأيونية قابلة للذوبان في المواد القطبية، أما الجزيئات غير القطبية فتذوب فقط في المواد غير القطبية، كما هو موضح في الشكل 24.



الشكل 24 الجزيئات الصاهبية المتناظرة. مثل الزيت ومعظم المنتجات البترولية. جزيئات غير قطبية. وعادة ما تكون الجزيئات غير المتناظرة. مثل الماء. جزيئات قطبية. كما هو موضح في هذه الصورة. لا تختلط المواد القطبية وغير القطبية عادة.

استدله هل يكفي الماء وحده لتنظيف قطعة قماش من الزيت؟



تتكون الروابط التساهمية القطبية نتيجة عدم جذب الذرات للإلكترونات الرابطة المشتركة بالوعة نفسها. وتُشبه الرابطة التساهمية القطبية رياضيةً ذرة الجلي بين فريتين غير متساوي القوى. فعلى الرغم من إمساك كل منهما بالجل. إلا أن الفرق الأضيق يسحب الجل إلى جهته. وعندما تتكون الرابطة القطبية، تُشَبَّه أنواع الإلكترونات المشتركة في اتجاه إحدى الذرات. لذا يكون الوقت الذي تُضخيه الإلكترونات حول هذه الذرة أطول منه حول الذرة الأخرى. وينتج عن ذلك شحنة جزئية عند نهايتي الرابطة.

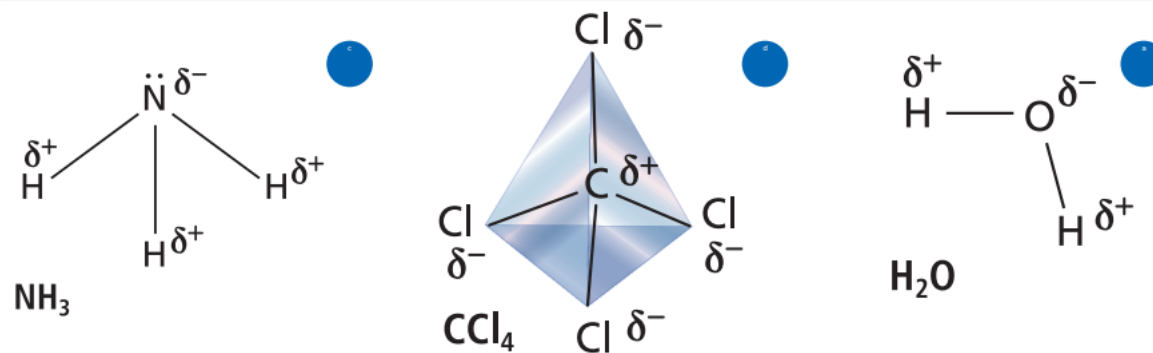
ويستخدم الحرف اللاتيني (δ) ليمثل الشحنة الجزئية. في الرابطة التساهمية القطبية، تمثل δ⁻ شحنة جزئية سالبة بينما تمثل δ⁺ شحنة جزئية موجبة. كما هو موضح في الشكل 2، يمكن إضافة δ⁺ و δ⁻ إلى شكل الجزيء، لتوضيح قطبية الرابطة التساهمية. تكون الذرات السالبة الكهروإيجابية الأكبر عند طرف الشحنة الجزئية السالبة، أما الذرة ذات السالبية الكهروإيجابية الأقل فتكون عند طرف الشحنة الجزئية الموجبة. وغالباً ما تُعرف الرابطة القطبية الناتجة بأنها ثنائية القطب.

القطبية الجزيئية تكون الجزيئات ذات الروابط التساهمية قطبية أو غير قطبية؛ ويعتمد نوع الرابطة على مكان وطبيعة الروابط التساهمية في الجزيء. ومن الخواص المميزة للجزيئات غير القطبية أنها لا تجذب للمجال الكهربائي إلا أن الجزيئات القطبية تنجذب إلى المجال الكهربائي. ولأن الجزيئات القطبية ثنائية القطب ولها شحنات جزئية عند أطرافها، تكون الكثافة الإلكترونية غير متساوية. وينتج عن ذلك تأثر الجزيئات القطبية بالمجال الكهربائي والانتظام داخله.

القطبية وشكل الجزيء: يمكنك معرفة سبب كون بعض الجزيئات قطبية وبعضها الآخر غير قطبي بمقارنة جزيء الماء، (H_2O) وجزيء رباعي كلوريد الكربون (CCl_4) . إن لكل الجزيئين روابط تساهمية قطبية. ووفقاً للبيانات الموضحة في الشكل 20، إن الفرق في السالبية الكهربية بين ذرتي الهيدروجين والأكسجين يساوي 1.24 والفرق في السالبية الكهربية بين ذرتي الكلور والكربون يساوي 0.61. وبسبب وجود اختلاف في السالبية الكهربية، فإن الرابطة $H-O$ والرابطة $C-Cl$ إبطان تساهميتان قطبيتان.



ووفقاً للصبيح الجزئية، نجد أن لكلا الجزيتين أكثر من رابطة تساهمية قطبية. ولكن جزيء الباء وحده هو جزيء قطبي. لم قد يكون جزيء واحد ذو روابط تساهمية قطبية جزيئاً قطبياً، بينما يكون الجزيء الآخر ذو الروابط التساهمية القطبية جزيئاً غير قطبي؟ تكمن الإجابة في أشكال الجزيئات.

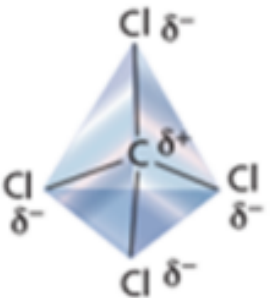
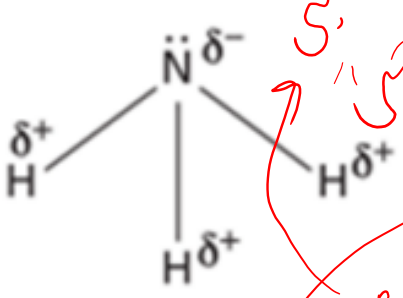


ينتج عن شكل جزيء الأمونيا غير المتناظر عدم التساوي في توزيع الشحنات، لذا يكون الجزيء قطبيًا.

ينتج عن تناظر جزيء CCl_4 تساوي في توزيع الشحنات، لذا يكون الجزيء غير قطبي.

يجعل الشكل المنحني جزيء الماء قطبيًا.

| نموذج VESPER | هرم ثلاثي | رباعي الواجه | منحني |
|--------------|------------|--------------|------------|
| التناظر | غير متناظر | متناظر | غير متناظر |
| القطبية | قطبي | غير قطبي | قطبي |

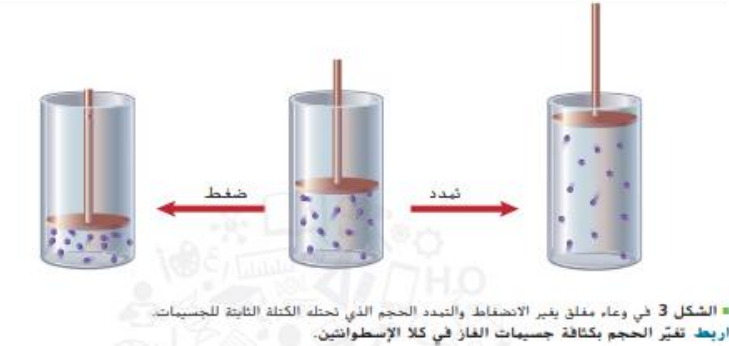
| | | |
|--|---|---|
|  <p>الجزء الثاني</p> <p>مختلف</p> <p>غير قطبي</p> |  <p>الجزء الأول</p> <p>مختلف</p> <p>قطبي</p> | <p>شكل الجزيء</p> <p>Molecule's shape</p> |
| <p>2</p> | <p>1</p> | <p>رقم الجزيء</p> |

الجزيء 1 غير قطبي بسبب تناظر الجزيء

الجزيء 2 غير قطبي بسبب تناظر الجزيء

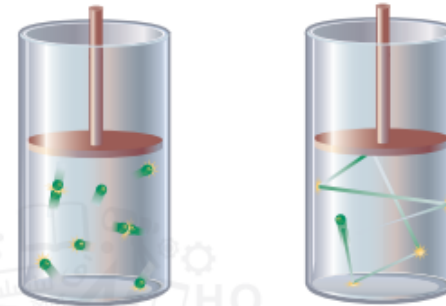
كلا الجزيئين قطبي

كلا الجزيئين غير قطبي



الشكل 2 يمكن للطاقة الحركية بين جسيمات الغاز خلال التصادم المر تنتقل الجسيمات في خط مستقيم بين الاصطدامات.

وضع تأثير جسيمات الغاز على بعضها البعض فيما يتعلق بالاصطدامات وما يحدث للجسيم بين الاصطدامات.



الغازات

الفكرة الرئيسية الغازات تتبدد وتنتشر وشارس الضغط وقابلة للانضغاط لأن كثافتها منخفضة وتتكون من جسيمات صغيرة دائمة الحركة.

الكيمياء في حياتك

إن كنت جريت البيت في خيمة قريبا نبت على مرتبة هوائية. كيف كان الاستلقاء على المرتبة مقارنة بالاستلقاء على الأرض لقد كانت على الأرجح أكثر دفئا وأكثر راحة. خصائص المرتبة الهوائية ناتجة عن الجزيئات المكونة للهواء داخلها.

نظرية الحركة الجزيئية

لقد تعلّمت أن تركيب المادة (أنواع الذرات الموجودة) وبنيتها (ترتيب الذرات) يحددان خصائصها الكيميائية. وبإثران أيضا على الخصائص الفيزيائية للمادة. انطلاقاً من المظهر الخارجي بإمكانك التمييز بين الصلب والسائل كما بينه الشكل 1. في المقابل، عادة ما تظهر المواد الغازية في درجة حرارة الغرفة خصائص فيزيائية متشابهة على الرغم من تركيباتها المختلفة. لماذا يكون التنوع في السلوك بين الغازات محدوداً؟ لها تختلف الخصائص الفيزيائية للغاز عن السائل والصلب؟

بحلول القرن الثامن عشر، تعرف العلماء على طريقة لجميع النواتج الغازية بإحلالها محل الماء. وأصبح الآن بإمكانهم ملاحظة وقياس خصائص الغازات المنفردة. حوالي سنة 1860 اقترح كل من الكيميائيين لودفيغ بولتزمان وجيمس ماكسويل اللذين كانا يعملان في بلدين مختلفين نموذجاً لتفسير خصائص الغازات. ذلك النموذج هو نظرية الحركة الجزيئية. لأن كل الغازات التي يعرفها بولتزمان وماكسويل تحتوي على جزيئات فإن تسمية النموذج تعود على الجزيئات. للأجسام المتحركة طاقة تسبب طاقة حركية. تصف **نظرية الحركة الجزيئية** سلوك المادة اعتماداً على حركة جسيماتها. ذلك النموذج يقدم عدة افتراضات حول حجم وحركة وطاقة جسيمات الغاز.

القسم 1

الأسئلة الرئيسية

- كيف تستخدم نظرية الحركة الجزيئية لتفسير سلوك الغازات؟
- لماذا تؤثر الكتلة على معدلات الانتشار والتدفق؟
- كيف يتم قياس الضغط وكيف يتم حساب الضغط الجزئي لغاز ما؟

مراجعة المفردات

الطاقة الحركية kinetic energy
طاقة ناتجة عن الحركة

مفردات جديدة

نظرية الحركة الجزيئية kinetic-molecular theory
التصادم المر elastic collision
درجة حرارة الغرفة room temperature
انتشار diffusion

قانون غراهام للتدفق

Graham's law of effusion
الضغط pressure
بارومتر barometer
باسكال pascal
الغلاف الجوي atmosphere
قانون دالتون للضغوط الجزئية Dalton's law of partial pressures

الشكل 1 يمكنك تمييز بعض المواد بالنظر إليها. لكن هذا لا ينطبق على الكثير من الغازات.



مجم الجسيمات تمثل الغازات في جسيمات صغيرة يفصل بينها فضاء فارغ. نجم الجسيمات صغير مقارنة بحجم الفضاء الفارغ. ولأن جسيمات الغاز متباعدة إنها لا تخضع لأية قوى جذب أو تنافر.

حركة الجسيم حركة جسيمات الغاز دائمة وعشوائية. تتحرك الجسيمات في خط مستقيم حتى تصطدم بجسيمات أخرى أو بجدار الوعاء كما بين الشكل 2. تكون الاصطدامات بين جسيمات الغاز مرنة. **التصادم المر** هو تصادم لا تضيق ناله أي طاقة حركية. ولكن تنتقل الطاقة الحركية بين الجسيمات المتصادمة. لكن الطاقة الحركية الإجمالية للجسيمين لا تتغير.

ناقة الجسيم هناك عاملان محددان للطاقة الحركية للجسيم: الكتلة. السرعة. يمكن التعبير عن الطاقة الحركية للجسيم كما في المعادلة التالية.

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

K الطاقة الحركية، m كتلة الجسيم، و v السرعة. في عينة من غاز واحد، كل جسيمات لها نفس الكتلة، ولكن ليس لكل الجسيمات نفس السرعة، وبالتالي لا تون لكل الجسيمات نفس الطاقة الحركية. **درجة الحرارة** هي مقياس لمتوسط طاقة الحركة للجسيمات لعينة من المادة.

تفسير سلوك الغازات

طرية الحركة الجزيئية تساعد على تفسير سلوك الغازات. مثال، تسحب الحركة مستمرة للجسيمات للغاز بالتهدد حتى يملأ الوعاء الحامل له مثل ما يحدث عندما نوم بتفخ كرة الشاطئ. عندما تنفخ الهواء داخل الكرة، تنتشر جسيمات الهواء لتملأ جزء الداخلي للوعاء، أي كرة الشاطئ.

كثافة المنخفضة تذكر أن الكثافة هي الكتلة لكل وحدة حجم. نافة غاز الكلور هي $19.3 \text{ g/mL} \times 10^{-3}$ في درجة حرارة 20°C كثافة ذهب الصلب هي 19.3 g/mL فيكون الذهب أكثر كثافة من الكلور بـ 6700 رة ولا يمكن أن يكون هذا الفرق الكبير ناتجاً عن الفرق في الكتلة بين ذرات ذهب وجزيئات الكلور (حوالي 3:1). كما تفر نظرية الحركة الجزيئية، فإن قدرًا بيزاً من الفضاء يوجد بين جسيمات الغاز. لذلك يوجد في نفس الحجم جزيئات دور أقل من ذرات الذهب.

الانضغاط والتهدد إذا ضغطت على وسادة مصنوعة من الإسفنج الفروي، يمكنك ضغطها. وهو ما يعني أن بإمكانك تقليص حجمها. الهواء، يوصفه خليط من الغازات، هو أيضاً قابل للانضغاط. تسحب الكمية الكبيرة من الفراغ بين جسيمات الهواء بالتفصل إلى حجم أصغر. عندما يصبح الوعاء الحامل للغاز أكبر حجماً، فإن الحركة العشوائية للجسيمات تملأ الفراغ المتاح. الشكل 3 يوضح ما يحدث لكثافة الغاز في وعاء في حالة انضغاط وفي حالة السماح له بالتهدد.

الانتشار والتدفق وفقاً لنظرية الحركة الجزيئية، لا توجد قوى تجاذب كبيرة بين جسيمات الغاز، وهكذا، يمكن لجسيمات الغاز الانتشار بسهولة عند مرورها ببعضها البعض. في كثير من الأحيان، يكون الفضاء الذي ينتشر إليه الغاز مشغولاً بغاز آخر. تتسبب الحركة العشوائية لجسيمات الغاز في خلط الغازات إلى أن يتم توزيعها بالتساوي. **الانتشار** هو المصطلح المستخدم لوصف تنقل مادة عبر مادة أخرى. قد تكون الكلمة جديدة، ولكن العملية على الأرجح مألوفة لديك. إذا كان الطعام قيد التحضير في المطبخ، فإنه بإمكانك شم رائحته في جميع أرجاء المنزل لأن جسيمات الغاز تنتشر. تنتشر الجسيمات من منطقة التركيز العالي (المطبخ) إلى أخرى ذات تركيز منخفض (الغرف الأخرى في المنزل).

التدفق عملية مرتبطة بالانتشار. خلال التدفق، ينغذ الغاز عبر فتحة صغيرة. ماذا يحدث عند ثقب وعاء، مثل بالون أو إطار؟ في سنة 1846، أجرى توماس جراهام تجارب لقياس معدلات تدفق غازات مختلفة في نفس درجة الحرارة. صمم جراهام تجاربه بحيث تتدفق الغازات في فضاء فارغ لا يحتوي على أي مادة. فاكشف وجود علاقة عكسية بين معدلات التدفق والكتلة المولية. وينص **جراهام** أن معدل تدفق غاز ما يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

قانون جراهام

$$\text{معدل التدفق} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}}$$

معدل انتشار أو تدفق غاز ما يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

حجم الجسيمات تتمثل الغازات في جسيمات صغيرة يفصل بينها فضاء فارغ. حجم الجسيمات صغير مقارنة بحجم الفضاء الفارغ. ولأن جسيمات الغاز متباعدة فإنها لا تخضع لأية قوى جذب أو تنافر.

حركة الجسيم حركة جسيمات الغاز دائمة وعشوائية. تتحرك الجسيمات في خط مستقيم حتى تصطدم بجسيمات أخرى أو بجدار الوعاء كما يبين الشكل 2. تكون الاصطدامات بين جسيمات الغاز مرنة. التصادم المرن هو تصادم لا تضيع خلاله أي طاقة حركية. ولكن تنتقل الطاقة الحركية بين الجسيمات المتصادمة. ولكن الطاقة الحركية الإجمالية للجسيمين لا تتغير.

طاقة الجسيم هناك عاملان محددان للطاقة الحركية للجسيم: الكتلة والسرعة. يمكن التعبير عن الطاقة الحركية للجسيم كما في المعادلة التالية.

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

KE الطاقة الحركية، m كتلة الجسيم، و v السرعة. في عينة من غاز واحد، كل الجسيمات لها نفس الكتلة، ولكن ليس لكل الجسيمات نفس السرعة، وبالتالي لا يكون لكل الجسيمات نفس الطاقة الحركية. درجة الحرارة هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجسيمات لعينة من المادة.

تفسير سلوك الغازات

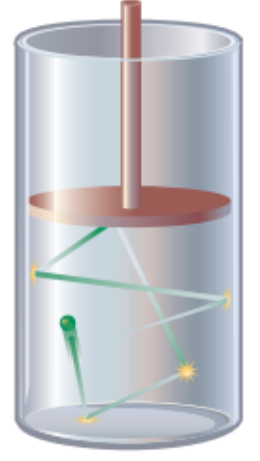
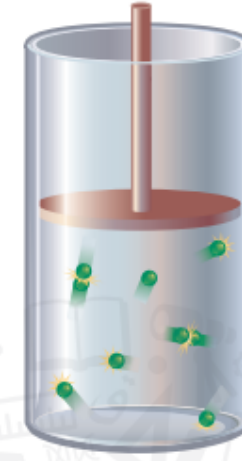
نظرية الحركة الجزيئية تساعد على تفسير سلوك الغازات. مثال، تسمح الحركة المستمرة للجسيمات للغاز بالتمدد حتى يملأ الوعاء الحامل له مثل ما يحدث عندما تقوم بنفخ كرة الشاطئ. عندما تنفخ الهواء داخل الكرة، تنتشر جسيمات الهواء لملأ الجزء الداخلي للوعاء، أي كرة الشاطئ.

الكثافة المنخفضة تذكر أن الكثافة هي الكتلة لكل وحدة حجم.

كثافة غاز الكلور هي $2.898 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$ في درجة حرارة 20°C كثافة الذهب الصلب هي 19.3 g/mL فيكون الذهب أكثر كثافة من الكلور بـ 6700 مرة ولا يمكن أن يكون هذا الفرق الكبير ناتجاً عن الفرق في الكتلة بين ذرات الذهب وجزيئات الكلور (حوالي 3:1). كما تقرر نظرية الحركة الجزيئية، فإن قدرًا كبيرًا من الفضاء يوجد بين جسيمات الغاز. لذلك يوجد في نفس الحجم جزيئات كلور أقل من ذرات الذهب.

■ الشكل 2 يمكن للطاقة الحركية التنقل بين جسيمات الغاز خلال التصادم المرن. تنتقل الجسيمات في خط مستقيم بين الاصطدامات.

وَصَّح تأثير جسيمات الغاز على بعضها البعض فيما يتعلق بالاصطدامات وما يحدث للجسيمات بين الاصطدامات.



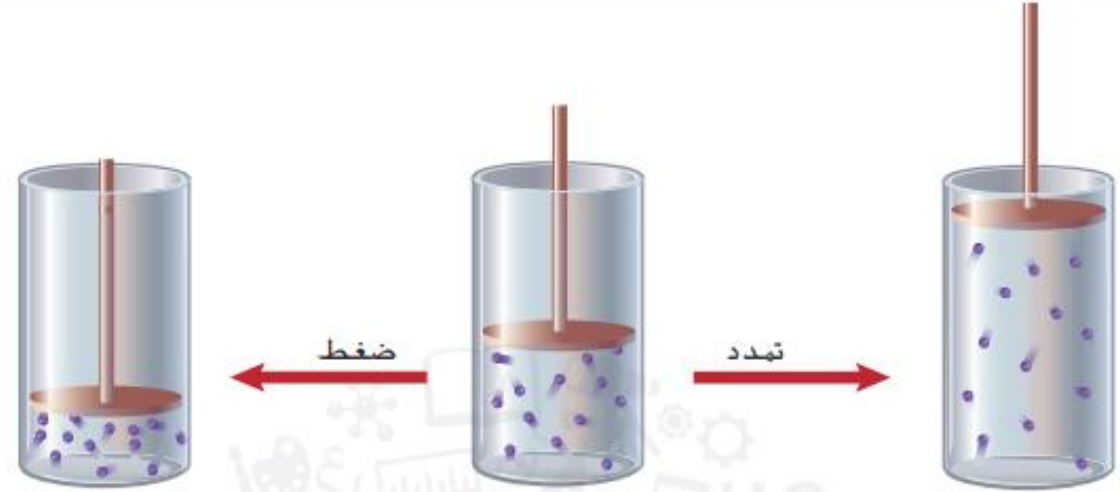
الانضغاط والتمدد إذا ضغطت على وسادة مصنوعة من الإسفنج الغروي، يمكنك ضغطها، وهو ما يعني أن بإمكانك تقليص حجمها. الهواء، بوصفه خليط من الغازات، هو أيضًا قابل للانضغاط. تسمح الكمية الكبيرة من الفراغ بين جسيمات الهواء بالتقلص إلى حجم أصغر. عندما يصبح الوعاء الحامل للغاز أكبر حجمًا، فإن الحركة العشوائية للجسيمات تملأ الفراغ المتاح. الشكل 3 يوضح ما يحدث لكثافة الغاز في وعاء في حالة انضغاط وفي حالة السماح له بالتمدد.

الانتشار والتدفق وفقًا لنظرية الحركة الجزيئية، لا توجد قوى تجاذب كبيرة بين جسيمات الغاز. وهكذا، يمكن لجسيمات الغاز الانتشار بسهولة عند مرورها ببعضها البعض. في كثير من الأحيان، يكون الفضاء الذي ينتشر إليه الغاز مشغولًا بغاز آخر. تتسبب الحركة العشوائية لجسيمات الغاز في خلط الغازات إلى أن يتم توزيعها بالتساوي. **الانتشار هو المصطلح المستخدم لوصف تنقل مادة عبر مادة أخرى.** قد تكون الكلمة جديدة، ولكن العملية على الأرجح مألوقة لديك. إذا كان الطعام قيد التحضير في المطبخ، فإنه بإمكانك شم رائحته في جميع أرجاء المنزل لأن جسيمات الغاز تنتشر. تنتشر الجسيمات من منطقة التركيز العالي (المطبخ) إلى أخرى ذات تركيز منخفض (الغرف الأخرى في المنزل).

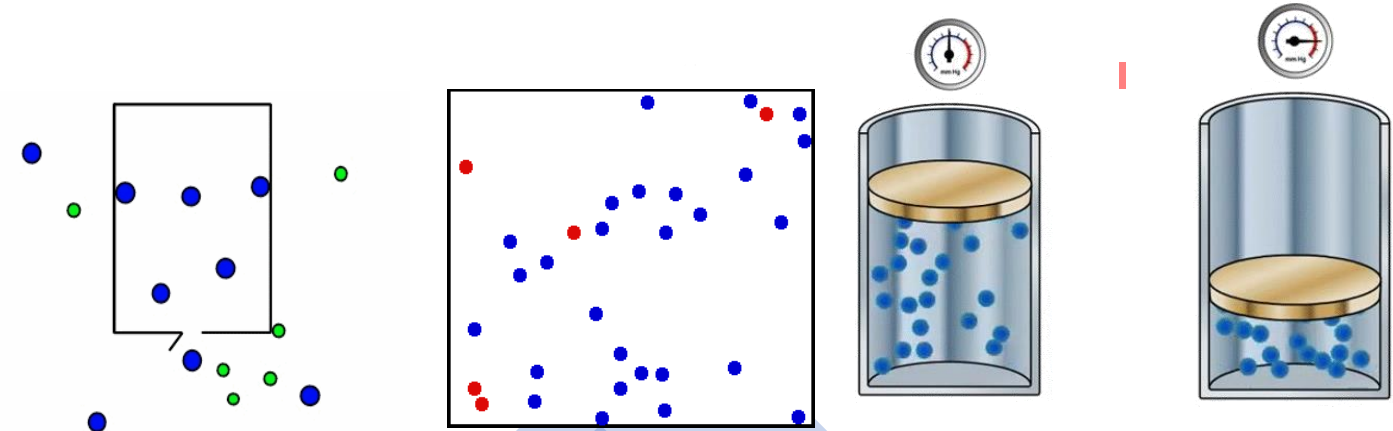
التدفق عملية مرتبطة بالانتشار. خلال التدفق، ينفذ الغاز عبر فتحة صغيرة. ماذا يحدث عند ثقب وعاء، مثل بالون أو إطار؟ في سنة 1846، أجرى توماس جراهام تجارب لقياس معدلات تدفق غازات مختلفة في نفس درجة الحرارة. صمم جراهام تجاربه بحيث تتدفق الغازات في فضاء فارغ لا يحتوي على أي مادة. **فاكتشف وجود علاقة عكسية بين معدلات التدفق والكتلة المولية.** وينص **جراهام** أن معدل تدفق غاز ما يتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

$$\text{معدل التدفق} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}}$$

معدل انتشار أو تدفق غاز ما يتناسب عكسيًا مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

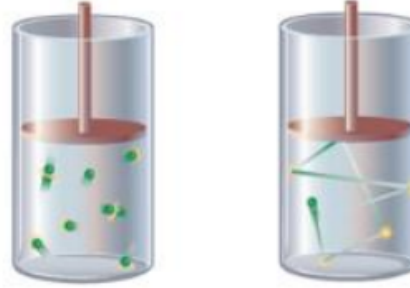


■ الشكل 3 في وعاء مغلق يغير الانضغاط والتمدد الحجم الذي تحتله الكتلة الثابتة للجسيمات. **اربط** تغير الحجم بكثافة جسيمات الغاز في كلا الأسطوانتين.



Which is **NOT** an assumption of the kinetic-molecular theory?

أي العبارات التالية **ليست** افتراضاً لنظرية الحركة الجزيئية؟



All the gas particles in a sample have the same velocity.

لكل جسيمات الغاز في عينة ما نفس السرعة.



A gas particle is not significantly attracted or repelled by other gas particles.

لا تتجاذب أو تتنافر جسيمات الغاز مع بعض.



Collisions between gas particles are elastic.

يكون التصادم بين جسيمات الغاز مرناً.



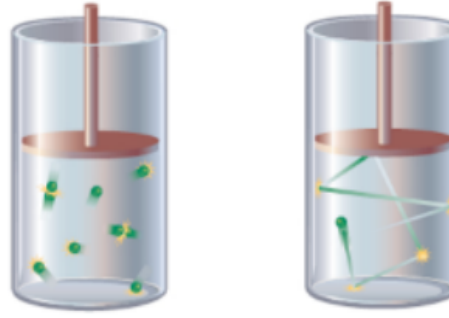
All gases at a given temperature have the same average kinetic energy.

لكل الغازات في درجة حرارة معينة نفس متوسط الطاقة الحركية.



Which of the following statements is **True**?

أي العبارات التالية **صحيحة**؟



Particles of a gas collide with each other and with the walls of their container, these collisions are inelastic.

جسيمات الغاز تتصادم مع بعضها البعض ومع جدران الوعاء وهذه التصادمات ~~غير مرنة~~

Particles of a gas collide with their container only

جسيمات الغاز تتصادم بجدار الوعاء ~~فقط~~

Particles of a gas never collide

جسيمات الغاز ~~لا تتصادم~~

Particles of a gas collide with each other and with the walls of their container, these collisions are elastic.

جسيمات الغاز تتصادم مع بعضها البعض ومع جدران الوعاء وهذه التصادمات مرنة

In the Kinetic-molecular theory which of the following terms is a measure of the average kinetic energy of the particles in a sample of matter?

في نظرية الحركة الجزيئية أي من المصطلحات التالية هي مقياس لمتوسط الطاقة الحركية للجسيمات لعينة من المادة؟

Volume

الحجم ☐

Temperature

درجة الحرارة ☒

Mass

الكتلة ☐

Density

الكثافة ☐

Which of the following is **correct** about gases?

أي مما يأتي **صحيح** فيما يتعلق بالغازات؟

The volume of the particles is big compared with the volume of the empty space

حجم الجسيمات كبير مقارنة بحجم الفضاء الفارغ

Gas particles experience significant attractive and repulsive forces

تخضع جسيمات الغاز لقوى تجاذب وتنافر

During collision of gas particles kinetic energy is lost

أثناء تصادم جسيمات الغاز يحدث فقدان في الطاقة الحركية

Gas particles are in constant, random motion

حركة جسيمات الغاز دائمة وعشوائية

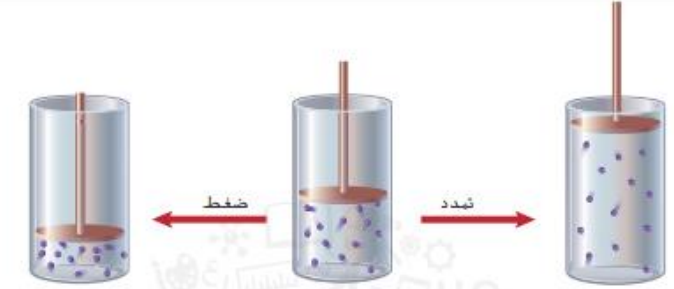
3

تعتمد نسبة الانتشار بشكل أساسي على كتلة الجسيمات المعنية. الجسيمات الأخف وزناً تنتشر أسرع من الجسيمات الأثقل. تذكر أن الغازات المختلفة في نفس درجة الحرارة لها نفس متوسط الطاقة الحركية كما تبينه المعادلة $KE = \frac{1}{2} mv^2$. غير أن كتلة جسيمات الغاز تختلف من غاز إلى آخر. وحتى يكون للجسيمات الأخف نفس متوسط الطاقة الحركية للجسيمات الأثقل فإنه يجب أن تكون لها عموماً سرعة أكبر.

ينطبق قانون جراهام كذلك على معدلات الانتشار وهو أمر منطقي لأن الجسيمات الأثقل وزناً تنتشر بصفة أبطأ من الجسيمات الأخف وزناً في نفس درجة الحرارة. باستخدام قانون جراهام يمكنك كتابة نسبة لمقارنة معدلات انتشار غازين.

$$\frac{\text{المعدل}}{\text{المعدل}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية}}}$$

التأكد من فهم النص **فَسِّرْ** لماذا تعتمد نسبة الانتشار على كتلة الجسيمات.



الشكل 3 في وعاء مغلق يغير الانضغاط والتمدد الحجم الذي تحتله الكتلة الثابتة للجسيمات. اربط تغير الحجم بكثافة جسيمات الغاز في كلا الإسطواناتين.

مثال 1

قانون جراهام الأمونيا لديها كتلة مولية 17.0 g/mol؛ كلوريد الهيدروجين له كتلة مولية 36.5 g/mol. ما هي نسبة معدلات انتشارها؟

تحليل المسألة

أعطيت الكتل المولية للأمونيا وكلوريد الهيدروجين. لإيجاد نسبة معدلات انتشار الأمونيا وكلوريد الهيدروجين، استخدم معادلة قانون جراهام للتدفق.

المجهول

$$\frac{\text{المعدل}}{\text{المعدل}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية}}}$$

حساب المجهول

اكتب النسبة المشتقة من قانون جراهام.

$$\frac{\text{معدل}}{\text{معدل}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية}}{\text{الكتلة المولية}}}$$

$$\frac{\text{معدل}}{\text{معدل}} = \sqrt{\frac{36.5 \text{ g/mol}}{17.0 \text{ g/mol}}} = 1.47$$

نسبة معدلات الانتشار هي 1.47.

تقييم الإجابة

هناك نسبة منطقية تعارب 1.5 لأن جزيئات الأمونيا تقدر بحوالي نصف كتلة جزيئات كلوريد الهيدروجين. لأن الكتلة المولية لها ثلاث أرقام معنوية فإن الجواب يحتوي على ثلاث أرقام معنوية. لاحظ أن الوحدات تلغى، وأن الإجابة مذكورة بشكل صحيح دون أي وحدات.

تطبيقات

- احسب نسبة معدلات التدفق للنيتروجين (N_2) والنيون (Ne).
- احسب نسبة معدلات الانتشار لأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون.
- تحدي ما هو معدل التدفق للغاز الذي تكون كتلته المولية ضعف كتلة غاز يتدفق بمعدل 3.6 mol/min؟

الانضغاط والتهدد إذا ضغطت على وسادة مصنوعة من الإسفنج القوي، يمكنك ضغطها، وهو ما يعني أن بإمكانك تقليص حجمها. الهواء، بوصفه خليط من الغازات، هو أيضاً قابل للانضغاط. تسحب الكمية الكبيرة من الفراغ بين جسيمات الهواء بالنقل إلى حجم أصغر. عندما يصبح الهواء الحامل للغاز أكبر حجماً، فإن الحركة العشوائية للجسيمات تملأ الفراغ المتاح. الشكل 3 يوضح ما يحدث لكثافة الغاز في وعاء في حالة انضغاط وفي حالة السماح له بالتهدد.

الانتشار والتدفق وفقاً لنظرية الحركة الجزيئية، لا توجد قوى تجاذب كبيرة بين جسيمات الغاز، وهكذا، يمكن لجسيمات الغاز الانتشار بسهولة عند مرورها ببعضها البعض. في كثير من الأحيان، يكون الغطاء الذي ينتشر إليه الغاز مشغولاً بغاز آخر. تتسبب الحركة العشوائية لجسيمات الغاز في خلط الغازات إلى أن يتم توزيعها بالتساوي. **الانتشار** هو المصطلح المستخدم لوصف تنقل مادة عبر مادة أخرى. قد تكون العملية جديدة، ولكن العملية على الأرجح مألوفة لديك. إذا كان الطعام قيد التحضير في المطبخ، فإنه بإمكانك شم رائحته في جميع أرجاء المنزل لأن جسيمات الغاز تنتشر. تنتشر الجسيمات من منطقة التركيز العالي (المطبخ) إلى أخرى ذات تركيز منخفض (الغرف الأخرى في المنزل).

التدفق عملية مرتبطة بالانتشار. خلال التدفق، ينزح الغاز عبر فتحة صغيرة، ماذا يحدث عند ثقب وعاء، مثل بالون أو إطار؟ في سنة 1846، أجرى توماس جراهام تجارب لقياس معدلات تدفق غازات مختلفة في نفس درجة الحرارة. صمم جراهام تجاربه بحيث تتدفق الغازات في فضاء فارغ لا يحتوي على أي مادة. فاكشف وجود علاقة عكسية بين معدلات التدفق والكتلة المولية. ونص **جراهام** أن معدل تدفق غاز ما يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

قانون جراهام

$$\text{معدل التدفق} \propto \frac{1}{\sqrt{\text{الكتلة المولية}}}$$

معدل انتشار أو تدفق غاز ما يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكتلته المولية.

Four identical balloons were filled with different gases to the same volume.
Which balloon does the gas effuse the fastest from it?

أربع بالونات متطابقة تم ملؤها بنفس الحجم من غازات مختلفة.
أي البالونات سيتدفق الغاز منه بشكل أسرع؟



| CCl ₄ | Cl ₂ | N ₂ | CO ₂ | الكتلة المولية |
|------------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| 154 | 71 | 28 | 44 | Molar Mass (g/mol) |

كلية كيمياء
كلية صولج
العلم

CO₂

CCl₄

N₂

Cl₂

Neon (Ne) has a molar mass of 20.0 g/mol;
and Hydrogen Chloride (HCl) has a molar mass of 36.5 g/mol.
What is the ratio of their diffusion rates?

غاز النيون له كتلة مولية 20.0 g/mol، وغاز كلوريد الهيدروجين له
كتلة مولية 36.5 g/mol.
ما هي نسبة معدلات انتشارها؟

$M_m Ne$

$M_m HCl$

$$\frac{\text{معدل انتشار Ne}}{\text{معدل انتشار HCl}} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية HCl}}{\text{الكتلة المولية Ne}}}$$

0.54

0.77

$$\sqrt{\frac{36.5 \text{ g/mol}}{20.0 \text{ g/mol}}}$$

1.35

1.83

An unknown gas diffuses 1.25 times faster than N_2O_4 gas. What is the molar mass of unknown gas?
(molar mass of carbon dioxide gas $N_2O_4 = 92.0 \text{ g/mol}$)

غاز مجهول يتدفق أسرع بـ 1.25 مرات من غاز N_2O_4
ما الكتلة المولية للغاز المجهول؟
(الكتلة المولية لغاز ثاني أكسيد الكربون $N_2O_4 = 92.0 \text{ g/mol}$)

- $\frac{\text{معدل تدفق } X}{\text{معدل تدفق } N_2O_4} = \sqrt{\frac{\text{الكتلة المولية } N_2O_4}{\text{الكتلة المولية } X}}$
- $\frac{1.25}{1} = \sqrt{\frac{92.00 \text{ g/mol}}{x \text{ g/mol}}}$
- 36.2 g/mol ☐
- 58.9 g/mol ☐
- 7.7 g/mol ☐
- 18.6 g/mol ☐

What is the ratio of diffusion rates for sulfur trioxide(SO_3) and sulfur dioxide(SO_2)?

Molar mass of sulfur trioxide = 80 g/mol

Molar mass of sulfur dioxide = 64 g/mol

ما نسبة معدلات انتشار ثالث أكسيد الكبريت (SO_3) وثاني أكسيد

الكبريت (SO_2)؟

$M_m \text{SO}_3$

الكتلة المولية لثالث أكسيد الكبريت = 80 g/mol

$M_m \text{SO}_2$

الكتلة المولية لثاني أكسيد الكبريت = 64 g/mol

1.12

2.50

0.894

0.768

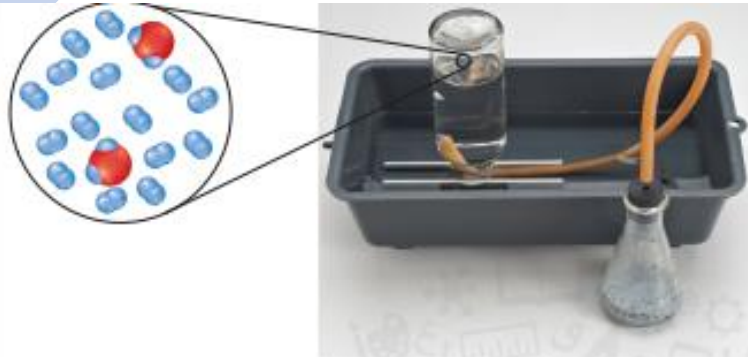
معدل انتشار SO_3

معدل انتشار SO_2

الكتلة المولية SO_2

الكتلة المولية SO_3

$$\sqrt{\frac{64 \text{ g/mol}}{80 \text{ g/mol}}}$$



الشكل 8 يتفاعل حمض الكبريتيك (H_2SO_4) في الدورق المخروطي مع الخارصين لإنتاج غاز الهيدروجين. الذي جمع عند درجة حرارة $20^\circ C$.
احسب الضغط الجزئي للهيدروجين عند درجة حرارة $20^\circ C$ إذا كان الضغط الكلي لخليط من الهيدروجين وبخار الماء يساوي $100.0 kPa$.

استخدام قانون دالتون يمكن استخدام الضغوط الجزئية لتحديد كمية الغاز التي أنتجها التفاعل. حيث يمرر الغاز الناتج إلى وعاء منكمس في الماء في شكل فقاعات كما هو مبين في الشكل 8. خلال تجتمعه. يُزج الغازُ بالماء. سيصبح الغاز الممتجّع في الوعاء خليطاً من الهيدروجين وبخار الماء. لذلك، فإن الضغط الكلي داخل الوعاء يصبح مجموع الضغوط الجزئية للهيدروجين وبخار الماء. ترتبط الضغوط الجزئية للغازات عند نفس درجة الحرارة بتركيزها. الضغط الجزئي لبخار الماء له قيمة ثابتة عند درجة حرارة معينة. يمكنك البحث عن القيمة في الجدول المرجعي. الضغط الجزئي لبخار الماء عند $20^\circ C$ هو $2.3 kPa$. يمكنك حساب الضغط الجزئي للهيدروجين بطرح الضغط الجزئي لبخار الماء من الضغط الكلي.

كما ستفترض لاحقاً، فإن معرفة الضغط والحجم ودرجة حرارة غاز ما تسمح لك بحساب عدد مولات الغاز. يمكن قياس درجة الحرارة والحجم أثناء التجربة. ويتم توظيف الضغط الجزئي لبخار الماء لحساب ضغط الغاز عندما تعرف درجة الحرارة. يتم توظيف القيم المعروفة عن الحجم ودرجة الحرارة والضغط لإيجاد عدد المولات.

قانون دالتون للضغوط الجزئية

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

حيث P_T يمثل مجموع الضغط الجزئي لكل غاز في الخليط.

لحساب الضغط الكلي لخليط من الغازات، أجمع الضغوط الجزئية لكل غاز في الخليط.

انظر مجدداً إلى الشكل 7. ماذا يحدث عندما نجمع بين 1 mol من الهيليوم و 1 mol من النيتروجين في وعاء واحد مغلق؟ بما أن الحجم لا يتغير وكذلك عدد الجسيمات فإن الضغط الكلي يساوي مجموع الضغطين الجزئيين.

مثال 2

الضغط الجزئي لغاز ما خليط من الأكسجين (O_2)، ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، والنيتروجين (N_2) مجموع ضغطها 0.97 atm . ما هو الضغط الجزئي لـ O_2 إذا كان الضغط الجزئي لـ CO_2 هو 0.70 atm والضغط الجزئي لـ N_2 هو 0.12 atm ؟

1 تحليل المسألة

أعطيت الضغط الكلي والضغط الجزئي لغازين اثنين في الخليط. لإيجاد الضغط الجزئي للغاز الثالث. استخدم المعادلة التي تربط الضغوط الجزئية بالضغط الكلي.

المعروف
 $P_{N_2} = 0.12 \text{ atm}$
 $P_{CO_2} = 0.70 \text{ atm}$
 $P_T = 0.97 \text{ atm}$

2 حساب المجهول

المجهول
 $P_{O_2} = ? \text{ atm}$

اكتب قانون دالتون للضغوط الجزئية
 حل لحساب P_{O_2}
 عوض $P_T = 0.97 \text{ atm}$ و $P_{CO_2} = 0.70 \text{ atm}$ و $P_{N_2} = 0.12 \text{ atm}$
 $P_{O_2} = P_T - P_{CO_2} - P_{N_2}$
 $P_{O_2} = 0.97 \text{ atm} - 0.70 \text{ atm} - 0.12 \text{ atm}$
 $P_{O_2} = 0.15 \text{ atm}$

3 تقييم الإجابة

بإضافة قيمة الضغط الجزئي المحسوبة للأكسجين للضغوط الجزئية المعروفة نحصل على الضغط الكلي 0.97 atm . للجواب رقمين معنويين مما يتطابق مع المعطى.

تطبيقات

- ما الضغط الجزئي لغاز الهيدروجين في خليط من الهيدروجين والهيليوم إذا كان الضغط الكلي هو 600 mmHg والضغط الجزئي لغاز الهيليوم هو 439 mmHg ؟
- ما الضغط الكلي لخليط يحتوي على أربع غازات ضغوطها الجزئية كالتالي 3.02 kPa ، 4.56 kPa ، 5.00 kPa و 1.20 kPa ؟
- احسب الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون في خليط من الغازات ذو ضغط كلي يساوي 30.4 kPa إذا كان الضغط الجزئي لأكسجين 1.20 kPa والضغط الجزئي للنيتروجين 3.7 kPa ؟
- تحتوي الهواء هو خليط من الغازات، يتكون من نحو 78% من النيتروجين و 21% أكسجين و 1% أرجون. (هناك كميات ضئيلة من غازات عديدة أخرى في الهواء). إذا كان الضغط الجوي هو 760 mmHg ، ما الضغوط الجزئية للنيتروجين والأكسجين والأرجون في الغلاف الجوي؟

مختبر تحليل البيانات

بناءً على بيانات حقيقية*

صمّم واستخدم الرسومات البيانية

ماهي العلاقة بين عمق الفوص والارتفاع؟ معظم الفواصين لا يقوسون في الأماكن التي يساوي ارتفاعها سطح البحر أو قريباً منه. ومع ذلك، يقوس الفواصون في ساسكاتشوان وألبرتا ووكولومبيا البريطانية وكندا. فضلاً عن الكثير من مناطق شمال غرب الولايات المتحدة في ارتفاعات أعلى.

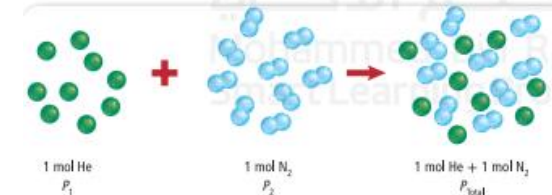
التكبير الناقد

- قارن استخدام البيانات في الجدول لإعداد رسم بياني للضغط الجوي مقابل الارتفاع
- احسب ما هو عمق الفوص العملي إذا كان جهاز قياس العمق الخاص بك يشير إلى 18 m . ولكنك على ارتفاع 1800 m . وكان الجهاز لا يراعي حساب الارتفاع؟
- استنتج ستستخدم جداول الفوص لتحديد مدة الأمان للفواص للبقاء تحت الماء في عمق معين. ما مدى أهمية معرفة العمق الصحيح للفوص؟

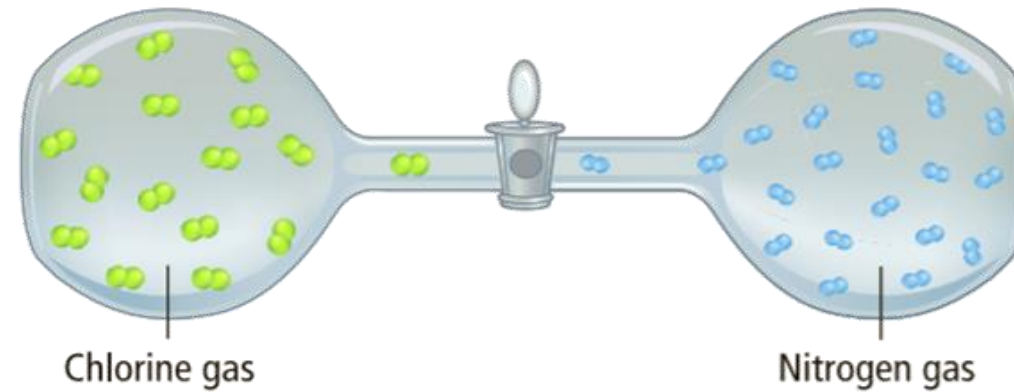
| معامل تصحيح الارتفاع (m) | الضغط الجوي (atm) | معامل تصحيح الارتفاع (m) |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| 0 | 1.000 | 0.0 |
| 600 | 0.930 | 0.7 |
| 1200 | 0.864 | 1.4 |
| 1800 | 0.801 | 2.0 |
| 2400 | 0.743 | 2.7 |
| 3000 | 0.688 | 3.2 |

* مصدر البيانات: Sawatzky, D. 2000. الفوص في الارتفاعات الجزء 3. نسخة الفواص. يونيو 2000.

قانون دالتون للضغوط الجزئية عندما درس دالتون خصائص الغازات وجد أن كل غاز موجود في خليط ما يمارس الضغط بشكل مستقل عن الغازات الأخرى الموجودة. كما هو مبين في الشكل 7. ينص **قانون دالتون للضغوط الجزئية** على أن الضغط الكلي لخليط من الغازات يساوي مجموع ضغوط جميع الغازات الموجودة في الخليط. ويطلق على نسبة ضغط كل غاز من الضغط الكلي الضغط الجزئي. الضغط الجزئي لغاز ما يعتمد على عدد مولات هذا الغاز وحجم الوعاء ودرجة حرارة الخليط. وهو لا يعتمد على هوية الغاز. عند درجة حرارة وضغط محددين، يكون الضغط الجزئي لـ 1 mol من أي غاز هو نفسه. ويمكن تلخيص قانون دالتون للضغوط الجزئية بالمعادلة الموجودة في الجزء العلوي من الصفحة التالية.



49. يكون الضغط في محيط يقدر عمقه بـ 76.2 m ،
حوالي 8.4 atm . حوّل الضغط إلى وحدات mmHg و kPa.



الشكل 32 ■

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ torr} = 760 \text{ mmHg} = 1.013 \text{ bar} = 101.3 \text{ KPa} = 101325 \text{ Pa} = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

8.4 atm mmHg=?

$$\text{mmHg} = \frac{8.4 \cancel{\text{ atm}} \times 760 \text{ mmHg}}{1 \cancel{\text{ atm}}} = 6384 \text{ mmHg}$$

What is the total pressure for a mixture that contains three gases with partial pressures of 1.35 kPa, 3.81 kPa, and 5.22 kPa?

ما الضغط الكلي لمخلوط يحتوي على ثلاث غازات مضغوطها الجزئية كالتالي ؟ 5.22 kPa ، 3.81 kPa ، 1.35 kPa $P_T = ?$

$$P_{\text{Total}} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_{\text{Total}} = 1.35 \text{ KPa} + 3.81 \text{ KPa} + 5.22 \text{ KPa}$$



7.68 kPa

10.38 kPa

12.76 kPa

6.57 kPa

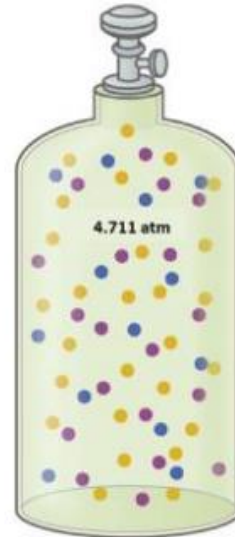
A sealed flask contains oxygen, helium, and nitrogen.

If the total pressure in the flask is 4.711 atm, the partial pressure for O₂ is 2.592 atm, and the partial pressure for He is 0.836 atm, what is the partial pressure of N₂?

وعاء مغلق يحتوي خليط من غازات الأكسجين والهيليوم والنيتروجين. إذا كان الضغط الكلي في الوعاء 4.711 atm ^{P_T}، والضغط الجزئي لـ O₂ هو 2.592 atm ^{P_{O2}}، والضغط الجزئي لـ He هو 0.836 atm، ما هو الضغط الجزئي لـ N₂؟
P_{He} P_{N2}?

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{O}_2} + P_{\text{He}} + P_{\text{N}_2}$$

$$4.711 = 2.592 \text{ atm} + 0.836 \text{ atm} + P_{\text{N}_2}$$



2.955 atm

8.139 atm

0.467 atm

1.283 atm

What is the partial pressure of water vapor in an air sample when the total pressure is **1.00 atm**, the partial pressure of nitrogen is **0.79 atm**, the partial pressure of oxygen is **0.20 atm**, and the partial pressure of all other gases in air is **0.0044 atm**?

ما الضغط الجزئي لبخار الماء في عينة من الهواء عندما يكون
الضغط الكلي **1.00 atm** والضغط الجزئي للنيتروجين **0.79 atm**
والضغط الجزئي للأكسجين **0.20 atm** والضغط الجزئي لجميع
الغازات الأخرى **0.0044 atm**؟

0.0056 atm

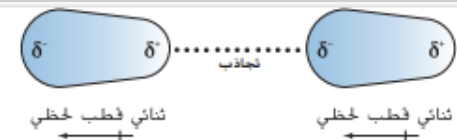
0.2100 atm

0.80 atm

0.9956 atm

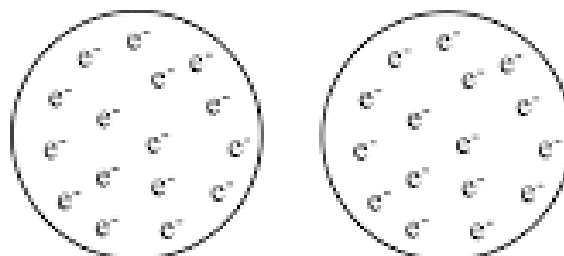
$$P_{\text{Total}} = P_{\text{H}_2\text{O}} + P_{\text{N}_2} + P_{\text{O}_2} + P_{\text{X}}$$

$$1.00 = P_{\text{H}_2\text{O}} + 0.79 \text{ atm} + 0.20 \text{ atm} + 0.0044 \text{ atm}$$



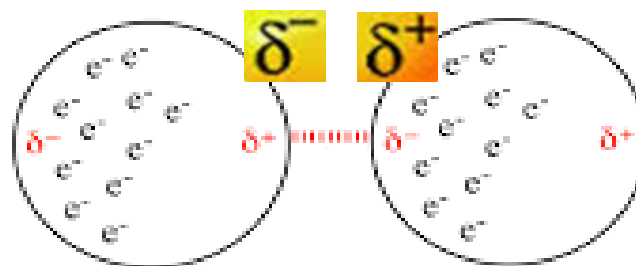
الشكل 9 عندما يكون جزيئان قريبان من بعضهما البعض فإن سحب الإلكترونات تتناظر مشكّلة ثنائيات قطب لحظية. يمثل الرمز δ^- منطقة ذات شحنة جزيئية على الجزيء.

اشرح ما يمثله الرمزان δ^+ و δ^- على ثنائي قطب لحظي.



جزيء غير قطبي

جزيء غير قطبي



قوى التشتت

قوى التشتت تذكر أن جزيئات الأكسجين غير قطبية لأن الإلكترونات تتوزع بالتساوي بين ذرتي الأكسجين المتساويتين في السالبية الكهربائية. ومع ذلك، ففي ظل الظروف المناسبة يمكن ضغط جزيئات الأكسجين إلى سائل. لكي يتكثف الأكسجين يجب أن يكون هناك قوة جذب معينة بين جزيئاته.

وتُدعى قوة الجذب بين جزيئات الأكسجين "قوة تشتت". قوى التشتت هي قوى ضعيفة تنجم عن التغيرات المؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية. وتسمى قوى التشتت أحياناً قوى لندن نسبة إلى اسم الفيزيائي الألماني الأمريكي فريتز لندن الذي كان أول من وصفها.

تذكر أن الإلكترونات في سحابة الإلكترونات تكون في حركة مستمرة. عندما يكون جزيئان على اتصال وثيق، وخاصةً عند تصادمهما، فإن سحابة الإلكترونات لجزيء تتناظر مع سحابة الإلكترونات للجزيء الآخر، فتصبح كثافة الإلكترونات حول كل نواة في لحظة معينة أكبر في جهة معينة من السحابة، فيتكون لكل جزيء ثنائي قطب مؤقت. عندما تكون ثنائيات القطب المؤقتة قريبة من بعضها البعض، فإن قوة تشتت ضعيفة توجد بين الجهات مختلفة الشحنة في ثنائيات القطب كما يبينه الشكل 9.

التحقق من فهم النص اشرح سبب تكون قوى التشتت.

توجد قوى التشتت بين جميع الجسيمات. تكون قوى التشتت ضعيفة بالنسبة للجسيمات الصغيرة، ويزداد تأثيرها كلما زاد عدد الإلكترونات المشاركة. وبالتالي تزداد قوى التشتت بزيادة حجم الجسيمات. على سبيل المثال، يوجد الكلور والكلور والبروم واليود في شكل جزيئات ثنائية الذرة. تذكر أن عدد الإلكترونات يزداد من الكلور إلى الكلور والبروم ثم اليود. بما أن جزيئات الهالوجين الأكبر تضم عدداً أكبر من الإلكترونات، فتتكون قطبية أكبر لثنائيات الأقطاب المؤقتة فيها. وبالتالي قوى تشتت أشد. ويفسر هذا الاختلاف في قوى التشتت وجود الكلور والكلور في حالة غازية والبروم سائلاً، واليود مادة صلبة في درجة حرارة الغرفة.

التحقق من فهم النص استنتج الحالة الفيزيائية لعنصر الأستاتين في درجة حرارة الغرفة وفسّر إجابتك.

القوى ثنائية القطب تضم الجزيئات القطبية ثنائيات قطب دائمة؛ بمعنى أن بعض مناطق جزيء قطبي تكون دائماً سالبة جزيئاً وبعض مناطق الجزيء الأخرى دائماً موجبة جزيئاً. تسبب هذه التجاذبات بين الجهات مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية قوى ثنائية الأقطاب. تتوجه الجزيئات القطبية المجاورة بطريقة تسمح بتراصف الجهات متعاكسة الشحنة.

الشكل 9 عندما يكون جزيئان قريبان من بعضهما البعض فإن سحب الإلكترونات تتناظر مشكّلة ثنائيات قطب لحظية. يمثل الرمز δ^- منطقة ذات شحنة جزيئية على الجزيء.

اشرح ما يمثله الرمزان δ^+ و δ^- على ثنائي قطب لحظي.

قوى التشتت تذكر أن جزيئات الأكسجين غير قطبية لأن الإلكترونات تتوزع بالتساوي بين ذرتي الأكسجين المتساويتين في السالبية الكهربائية. ومع ذلك، ففي ظل الظروف المناسبة يمكن ضغط جزيئات الأكسجين إلى سائل. لكي يتكثف الأكسجين يجب أن يكون هناك قوة جذب معينة بين جزيئاته.

وتُدعى قوة الجذب بين جزيئات الأكسجين "قوة تشتت". قوى التشتت هي قوى ضعيفة تنجم عن التغيرات المؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية. وتسمى قوى التشتت أحياناً قوى لندن نسبة إلى اسم الفيزيائي الألماني الأمريكي فريتز لندن الذي كان أول من وصفها.

تذكر أن الإلكترونات في سحابة الإلكترونات تكون في حركة مستمرة. عندما يكون جزيئان على اتصال وثيق، وخاصةً عند تصادمهما، فإن سحابة الإلكترونات لجزيء تتناظر مع سحابة الإلكترونات للجزيء الآخر، فتصبح كثافة الإلكترونات حول كل نواة في لحظة معينة أكبر في جهة معينة من السحابة، فيتكون لكل جزيء ثنائي قطب مؤقت. عندما تكون ثنائيات القطب المؤقتة قريبة من بعضها البعض، فإن قوة تشتت ضعيفة توجد بين الجهات مختلفة الشحنة في ثنائيات القطب كما يبينه الشكل 9.

يحدث اختلاف لحظي في توزيع الإلكترونات
فتتكون قوة التشتت

القوى ثنائية القطب تضم الجزيئات القطبية ثنائيات قطب دائمة؛ بمعنى أن بعض مناطق جزيء قطبي تكون دائماً سالبة جزئياً وبعض مناطق الجزيء الأخرى دائماً موجبة جزئياً. تسمى هذه التجاذبات بين الجهات مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية قوى ثنائية الأقطاب. تتوجه الجزيئات القطبية المجاورة بطريقة تسمح بتراصف الجهات متعاكسة الشحنة.



الشكل 9 عندما يكون جزيئان قريبان من بعضهما البعض فإن سحب الإلكترونات تتناظر مشكلة ثنائيات قطب لحظية. يمثل الرمز δ منطقة ذات شحنة جزئية على الجزيء. اشرح ما يمثله الرمزان $\delta+$ و $\delta-$ على ثنائي قطب لحظي.

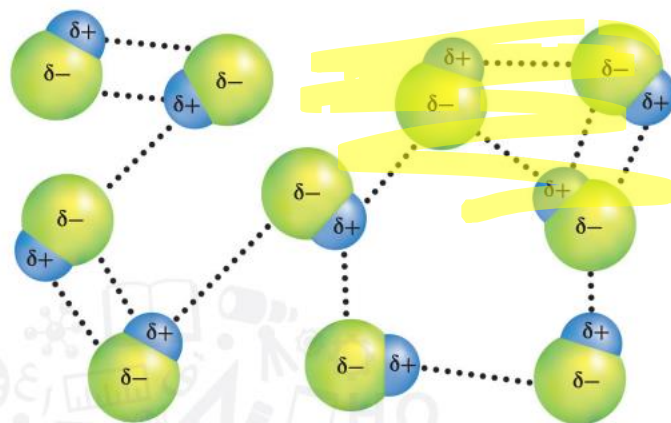
قوى التشتت تذكر أن جزيئات الأكسجين غير قطبية لأن الإلكترونات تتوزع بالتساوي بين ذرتي الأكسجين المتساويتين في السالبية الكهربائية. ومع ذلك، ففي ظل الظروف المناسبة يمكن ضغط جزيئات الأكسجين إلى سائل. لكي يتكثف الأكسجين يجب أن يكون هناك قوة جذب معتدلة بين جزيئاته. وتُدعى قوة الجذب بين جزيئات الأكسجين "قوة تشتت". **قوى التشتت** هي قوى ضعيفة تنجم عن التغيرات المؤقتة في كثافة الإلكترونات في السحب الإلكترونية. وتسمى قوى التشتت أحياناً قوى لندن نسبة إلى اسم الفيزيائي الألماني الأمريكي فريتز لندن الذي كان أول من وصفها. تذكر أن الإلكترونات في سحابة الإلكترونات تكون في حركة مستمرة. عندما يكون جزيئان على اتصال وثيق، وخاصةً عند تصادمهما، فإن سحابة الإلكترونات لجزيء تتناظر مع سحابة الإلكترونات للجزيء الآخر، فتصبح كثافة الإلكترونات حول كل نواة في لحظة معينة أكبر في جهة معينة من السحابة، فيتكون لكل جزيء ثنائي قطب مؤقت. عندما تكون ثنائيات القطب المؤقتة قريبة من بعضهما البعض، فإن قوة تشتت ضعيفة توجد بين الجهات مختلفة الشحنة في ثنائيات القطب كما يبينه الشكل 9.

التحقق من فهم النص اشرح سبب تكون قوى التشتت.

توجد قوى التشتت بين جميع الجسيمات. تكون قوى التشتت ضعيفة بالنسبة للجسيمات الصغيرة، ويزداد تأثيرها كلما زاد عدد الإلكترونات المشاركة. وبالتالي تزداد قوى التشتت بزيادة حجم الجسيمات. على سبيل المثال، يوجد الفلور والكلور والبروم واليود في شكل جزيئات ثنائية الذرة. تذكر أن عدد إلكترونات يتزايد من الفلور إلى الكلور والبروم ثم اليود. بما أن جزيئات الهالوجين الأكبر تضم عدداً أكبر من الإلكترونات، فتتكون قطبية أكبر لثنائيات الأقطاب المؤقتة فيها. وبالتالي قوى تشتت أشد. ويفسر هذا الاختلاف في قوى التشتت وجود الفلور والكلور في حالة غازية والبروم سائلاً، واليود مادة صلبة في درجة حرارة الغرفة.

التحقق من فهم النص استنتج الحالة الفيزيائية لعنصر الأستاتين في درجة حرارة الغرفة وفشر إجابتك.

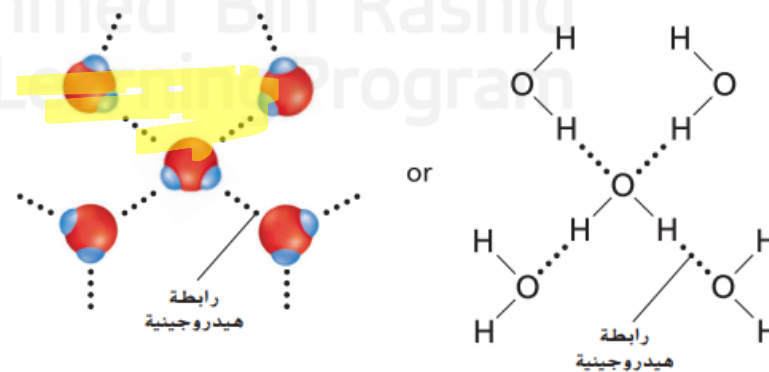
القوى ثنائية القطب تضم الجزيئات القطبية ثنائيات قطب دائمة؛ بمعنى أن بعض مناطق جزيء قطبي تكون دائماً سالبة جزئياً وبعض مناطق الجزيء الأخرى دائماً موجبة جزئياً. تسمى هذه التجاذبات بين الجهات مختلفة الشحنة في الجزيئات القطبية قوى ثنائية الأقطاب. تتوجه الجزيئات القطبية المجاورة بطريقة تسمح بتراصف الجهات متعاكسة الشحنة.



عندما تقترب جزيئات غاز كلوريد الهيدروجين، فإن ذرة الهيدروجين الموجبة جزئياً في أحد الجزيئات تنجذب لذرة الكلور السالبة جزئياً في جزيء آخر. الشكل 10 يوضح تجاذبات متعددة فيما بين جزيئات كلوريد الهيدروجين. لأن ثنائيات الأقطاب دائمة، قد تتوقع أن تكون القوى ثنائية القطب أقوى من قوى التشتت. يكون هذا التوقع صحيحاً بالنسبة للجزيئات القطبية الصغيرة ذات ثنائيات الأقطاب الكبيرة. ومع ذلك، تهيمن قوى التشتت على القوى ثنائية القطب بالنسبة للعديد من الجزيئات القطبية، بما في ذلك جزيئات الـ HCl في الشكل 10.

الروابط الهيدروجينية يسمّى نوع مميز من التجاذب ثنائي القطب رابطة هيدروجينية. **الرابعة الهيدروجينية** هي عبارة عن تجاذب ثنائي القطب يحدث بين جزيئات تحتوي على ذرة هيدروجين مرتبطة بذرة صغيرة ذات سالبية كهربائية عالية فيها زوج إلكترونات غير مرتبط واحد على الأقل. تهيمن الروابط الهيدروجينية في العادة على كل من قوى التشتت والقوى ثنائية القطب. لتتشكل رابطة هيدروجينية، يجب أن يكون الهيدروجين مرتبطًا إما بالفلور أو الأكسجين أو ذرة النيتروجين، لأن لهذه الذرات سالبية كهربائية عالية كافية للتسبب في شحنة جزئية موجبة كبيرة على ذرة الهيدروجين وفي نفس الوقت صغيرة بما يكفي لتمكّن أزواج الإلكترونات غير المرتبطة من الاقتراب من ذرات الهيدروجين. على سبيل المثال، لذرتي الهيدروجين في جزيء الماء شحنات موجبة جزئية كبيرة ولذرة الأكسجين شحنة سالبة جزئية كبيرة. عندما تقترب جزيئات الماء تنجذب ذرة هيدروجين جزيء لزوج الإلكترونات غير المرتبط في ذرة الأكسجين في جزيء آخر، كما هو مبين في الشكل 11.

■ الشكل 11 الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أقوى من القوى ثنائية القطب لأن الرابط بين الهيدروجين والأكسجين ذات قطبية كبيرة.



Which of the following is an intermolecular force?

أي من التالية تُعتبر من قوى الترابط بين الجزيئية؟

Hydrogen bond

الرابطه الهيدروجينية



Metallic bond

الرابطه الفلزية



Ionic bond

الرابطه الأيونية



Covalent bond

الرابطه التساهمية



الإجابة هي
الرابطه الهيدروجينية

Which of the following molecules can form Hydrogen bonds?

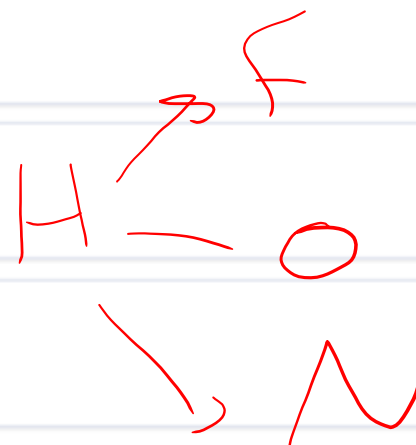
أي من الجزيئات التالية يمكن أن تشكل روابط هيدروجينية؟

HF

HCl

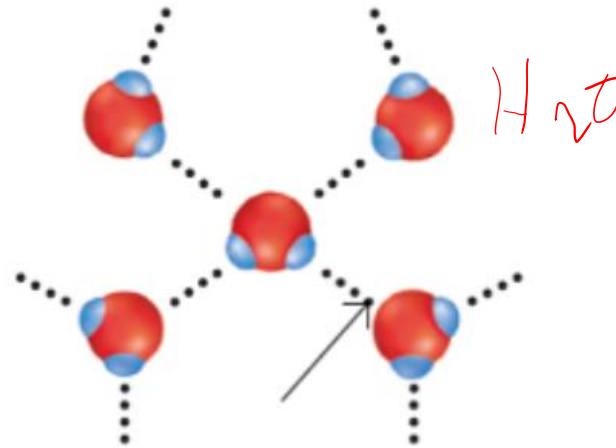
H₂S

CH₄



What is the type of attraction forces shown in the figure below?

ما نوع قوى التجاذب المشار لها في الشكل أدناه؟



Covalent bonds

~~الروابط التساهمية~~

Hydrogen bonds

الروابط الهيدروجينية

Dispersion forces

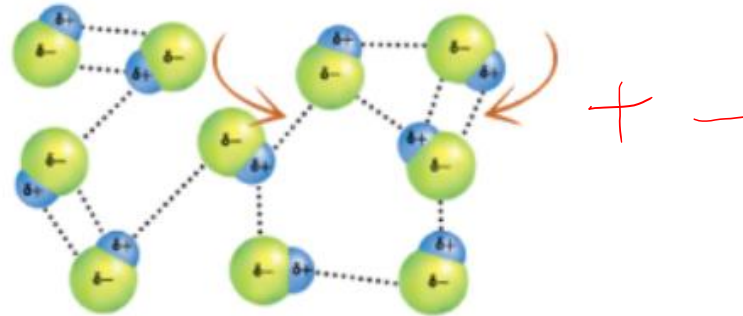
~~قوى التشتت~~

Ionic bonds

~~الروابط الأيونية~~

What type of **intermolecular forces** are represented in the diagram below?

ما نوع القوى البين جزيئية المُمثلة في الشكل أدناه؟



Covalent bonds

الروابط التساهمية

Dispersion forces

قوى التشتت

Ionic bonds

الروابط الأيونية

Dipole-dipole forces

القوى ثنائية القطب

The element Astatine is the heaviest known halogen,
what would its physical state be at room temperature?

عنصر الأستاتين هو أثقل عنصر معروف في مجموعة الهالوجينات،
ما حالته الفيزيائية المتوقعة في درجة حرارة الغرفة؟

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| B | C | N | O | F | Ne | |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Al | Si | P | S | Cl | Ar | |
| 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr |
| 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe |
| 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 |
| Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn |

| |
|----------------------|
| Fluorine 9 F |
| Chlorine 17 Cl |
| Bromine 35 Br |
| Iodine 53 I |
| Astatine 85 At |

Group 17
The Halogen Group

Solid

الصلابة

Plasma

البلازما

Liquid

السائلة

Gas

الغازية



| | | | |
|----|---|----------------------|-----|
| 10 | CHM.5.1.02.007.15 يقارن ويقابل القوى بين الجزيئية (قوى التشتت - القوى ثنائية القطب - ثنائية القطب - الروابط الهيدروجينية) بالنظر إلى أنواع الجزيئات المشتملة والقوة | نص الكتاب + الجدول 3 | 282 |
| | CHM.5.1.02.007.15 Compare and contrast the Intermolecular forces (dispersion forces, dipole-dipole forces, and hydrogen bond) with respect to type of molecules involved and strength | Example 5 + table 3 | |

| الجدول 3 خصائص ثلاث مركبات جزيئية | | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------|----------------------|
| مُرَكَّب | تركيب الجزيء (النموذج الفراغي) | الكتلة المولية (g) | درجة الغليان (°C) |
| ماء (H ₂ O) |  | 18.0 | 100 |
| الميثان (CH ₄) |  | 16.0 | -161.5 |
| الأمونيا (NH ₃) |  | 17.0 | -33.3 |

الروابط الهيدروجينية تفسر لماذا يكون الماء سائلا في درجة حرارة الغرفة في حين أن مركبات أخرى ذات كتل مولية مساوية له تكون غازات. انظر البيانات في الجدول 3. الفرق بين الميثان والماء سهل التفسير. لأن جزيئات الميثان غير قطبية. فإن القوى الوحيدة التي تُبقي الجزيئات معا هي قوى تشتت ضعيفة نسبيا. الفرق بين الأمونيا والماء ليس بنفس الوضوح. حيث تكوّن جزيئات كل من المركبين روابط هيدروجينية. ومع ذلك، فإن الأمونيا غاز في درجة حرارة الغرفة، مما يدل على أن قوى الجذب بين جزيئاتها ليست بنفس القوة. لأن ذرات الأكسجين أكثر سلبية كهربائية من ذرات النيتروجين. فإن الروابط O-H في الماء تكون أكثر قطبية من روابط N-H في الأمونيا. ونتيجة لذلك، فإن الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الماء أقوى من الروابط الهيدروجينية بين جزيئات الأمونيا.

Why is the boiling point of ammonia much lower than the boiling point of water, as shown in the table below?

لماذا تكون درجة غليان الأمونيا أقل بكثير من درجة غليان الماء، كما هو مبين في الجدول أدناه؟

| المركب Compound | التركيب الجزيئي Molecular Structure | الكتلة المولية Molar Mass (g/mol) | درجة الغليان Boiling point (°C) |
|--|---|---|---------------------------------------|
| الماء Water (H ₂ O) |  | 18.0 | 100 |
| الأمونيا Ammonia (NH ₃) |  | 17.0 | - 33.3 |

بجوازها

بجوازها



Because nitrogen atoms are more electronegative than oxygen atoms

لأن ذرات النيتروجين أكثر سالبية كهربائية من ذرات الأكسجين

Because N-H bonds in ammonia are less polar than O-H bonds in water

لأن الروابط N-H في الأمونيا أقل قطبية من الروابط O-H في الماء

Because ammonia is a liquid at room temperature

لأن الأمونيا سائل في درجة حرارة الغرفة

Because the molar mass of ammonia is less than water

لأن الكتلة المولية للأمونيا أقل منها للماء

١٦

١٧

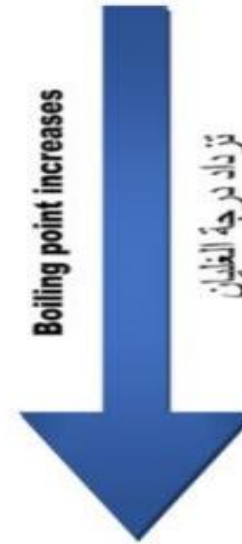
ليس لها علاقة

The boiling points of the halogens increase in the same way shown in the following periodic table, this is due to an increase in

تزداد درجات غليان الهالوجينات كما هو موضح بالجدول الدوري التالي،
هذا بسبب الزيادة في

**Group 17
The Halogen Group**

| |
|----------------------|
| Fluorine 9 F |
| Chlorine 17 Cl |
| Bromine 35 Br |
| Iodine 53 I |
| Astatine 85 At |



dipole-dipole force

القوى ثنائية القطب

ionic bond

الرابطية الأيونية

hydrogen bond

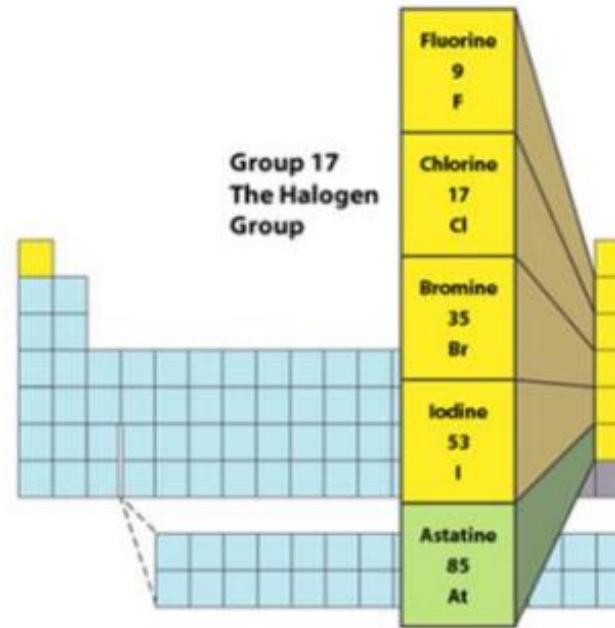
الرابطية الهيدروجينية

dispersion forces

قوى التشتت

What is the correct order for increasing boiling points
(from the lowest to highest) for the following molecules?

ما الترتيب التصاعدي الصحيح لدرجات غليان الجزيئات التالية
من الأقل إلى الأعلى؟



| |
|------------------------------|
| $F_2 < Cl_2 < Br_2 < I_2$ |
| Lowest \rightarrow Highest |
| الأقل \rightarrow الأعلى |



| |
|------------------------------|
| $I_2 < Cl_2 < Br_2 < F_2$ |
| Lowest \rightarrow Highest |
| الأقل \rightarrow الأعلى |

| |
|------------------------------|
| $Cl_2 < Br_2 < F_2 < I_2$ |
| Lowest \rightarrow Highest |
| الأقل \rightarrow الأعلى |

| |
|------------------------------|
| $I_2 < Br_2 < Cl_2 < F_2$ |
| Lowest \rightarrow Highest |
| الأقل \rightarrow الأعلى |

Why is the boiling point of methane lower than the boiling point of water, as shown in the table below?

لماذا تكون درجة غليان الميثان أقل من درجة غليان الماء كما في الجدول أدناه؟

| المركب Compound | التركيب الجزيئي Molecular Structure | الكتلة المولية Molar Mass (g/mol) | درجة الغليان Boiling point (°C) |
|---------------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| الماء Water (H ₂ O) |  | 18.0 | 100 |
| الميثان Methane (CH ₄) |  | 16.0 | -161.5 |

قطر
جزيئي
قطر
جزيئي

Because methane molecules are nonpolar

لأن جزيئات الميثان غير قطبية



Because the intermolecular forces in methane are covalent bonds

لأن القوى البين جزيئية في الميثان هي الروابط التساهمية



Because the intermolecular forces in methane are hydrogen bonds

لأن القوى البين جزيئية في الميثان هي الروابط الهيدروجينية



Because methane molecules are polar

لأن جزيئات الميثان قطبية



What explains the low boiling point of ammonia

ما الذي يُفسر انخفاض درجة غليان الأمونيا مقارنة

compared to with the boiling point of water?

مع درجة غليان الماء؟

| درجة الغليان (°C) Boiling Point (°C) | الكتلة المولية (g/mol) Molar Mass(g/mol) | تركيب الجزيء Molecular Structure | المركب Compound |
|---|---|---|------------------------------|
| 100 | 18.0 |  | (H_2O) ماء Water |
| -33.3 | 17.0 |  | (NH_3) الأمونيا Ammonia |

Ammonia molecules do not form hydrogen bonds

لا تكون جزيئات الأمونيا روابط هيدروجينية

Ammonia molecules are nonpolar

جزيئات الأمونيا غير قطبية

The attractive forces between ammonia molecules

قوى الجذب بين جزيئات الأمونيا أضعف من قوى الجذب

are weaker than it in water molecules

بين جزيئات الماء

The attractive forces between ammonia molecules

قوى الجذب بين جزيئات الأمونيا أضعف من قوى الجذب

are weaker than it in water molecules

بين جزيئات الماء

مراجعة هيكل الكيمياء
للصف 10 متقدم
الفصل الدراسي الثالث
الجزء الثاني



اعداد المعلمة : سمر ابودقة

| | | |
|----|--|--|
| 11 | <p>نص الكتاب + الشكل 1 + مثال 1 + تطبيقات</p> <p>CHM.5.2.01.004 يستخدم قانون بويل لحساب تغيرات الحجم - الضغط لعينة من غاز عند درجة حرارة ثابتة</p> | <p>310 , 311</p> |
| | <p>CHM.5.2.01.004.11 Use the mathematical formula of Boyle's law to calculate volume-pressure changes for a gas sample at constant temperature</p> | <p>Textbook + figure 1+ example 1 + Applications</p> |

لاحظ أن ناتج حاصل ضرب الضغط في الحجم عند كل نقطة في الشكل 1 هو 10 atm·L. يمكن التعبير عن قانون بويل رياضياً كما يلي:

قانون بويل

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

حيث P يمثل الضغط و V يمثل الحجم.

بالنسبة لمقدار معلوم من الغاز محفوظ في درجة حرارة ثابتة، فإن الناتج من حاصل ضرب الضغط في الحجم يساوي مقدار ثابت.

P_1 و V_1 يمثلان الظروف الأولية و P_2 و V_2 يمثلان الظروف الجديدة. إذا علمت أي ثلاث قيم من هذه القيم، يمكنك معرفة الرابعة بإعادة تنظيم المعادلة.

مثال 1

قانون بويل غواص يطلق فقاعة هواء حجمها 0.75 L على مسافة 10 m تحت الماء. وعندما ارتفعت نحو السطح، ينخفض الضغط من 2.25 atm إلى 1.03 atm. ما حجم الهواء في الفقاعة عند السطح؟

تحليل المسألة

وفقاً لقانون بويل، فإن الانخفاض في الضغط على الفقاعة سينتج عنه زيادة في الحجم وبالتالي فإنه يجب ضرب الحجم الأولي في نسبة ضغط أكبر من 1.

معلوم $V_1 = 0.75 \text{ L}$
مجهول $V_2 = ? \text{ L}$
 $P_1 = 2.25 \text{ atm}$
 $P_2 = 1.03 \text{ atm}$

حساب المجهول

استخدام قانون بويل. أعد ترتيب القانون لإيجاد قيمة V_2 واحسب الحجم الجديد.

اكتب قانون بويل.

أعد ترتيب المعادلة لإيجاد قيمة V_2

عوّض في $P_1 = 2.25 \text{ atm}$ و $P_2 = 1.03 \text{ atm}$ و $V_1 = 0.75 \text{ L}$

ضرب وقسمة الأعداد والوحدات

تقييم الإجابة

ينخفض الضغط بمقدار النصف تقريباً ولذلك يجب أن يتضاعف مقدار الحجم. يتم التعبير عن الإجابة باللترات وهي وحدة الحجم وتحتوي الإجابة بشكل صحيح على رقمين معنويين.

تطبيق

افترض أن درجة الحرارة وكمية الغاز ثابتتان في المسائل التالية:

- حجم الغاز عند 99.0 kPa هو 300.0 mL. إذا زاد الضغط إلى 188 kPa فماذا سيكون حجمه الجديد؟
- ضغط عينة من الهيليوم في حاوية سعة 1.00 L هو 0.988 atm. ما الضغط الجديد إذا تم وضع العينة في حاوية سعة 2.00 L؟
- تحدي: هواء محصور في أسطوانة مغلقة بمكبس يشغل 145.7 mL عند ضغط 1.08 atm. ما الحجم الجديد عند ضغط المكبس، مما يؤدي إلى زيادة الضغط بمقدار 25%؟

قوانين الغازات

القسم 1

الأسئلة الرئيسية

- ما العلاقات بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم لمقدار ثابت من الغاز؟
- كيف يمكنك استخدام قوانين الغازات في حل المسائل المشتملة على الضغط ودرجة الحرارة والحجم لمقدار ثابت من الغاز؟

مراجعة المفردات

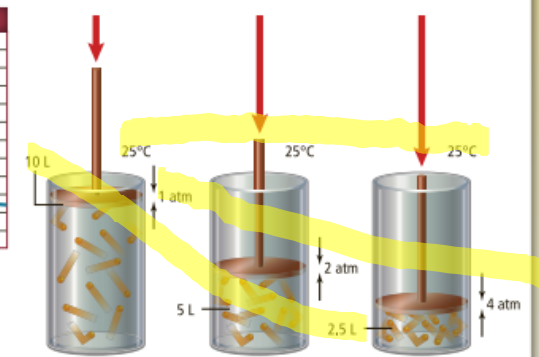
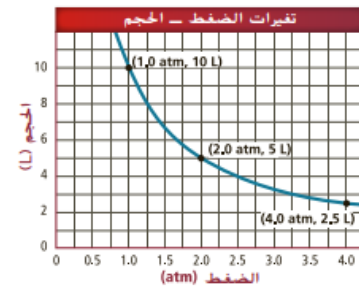
القانون العلمي scientific law: يصف العلاقة الثابتة في الطبيعة والتي تدعمها الكثير من التجارب

المفردات الجديدة

قانون بويل
 الصفر المطلق
 قانون شارل
 قانون جاي لوساك
 القانون العام للغازات

Boyle's law
 absolute zero
 Charles's law
 Gay-Lussac's law
 combined gas law

الشكل 1 حيث أن الضغط الخارجي على مكبس الأسطوانة يزداد، فإن الحجم داخل الأسطوانة ينخفض. الرسم البياني يوضح العلاقة العكسية بين الضغط والحجم.



اختبار تمثيل بياني
 تطبيق استخدم الرسم البياني لتحديد الحجم إذا كان الضغط 2.5 atm.

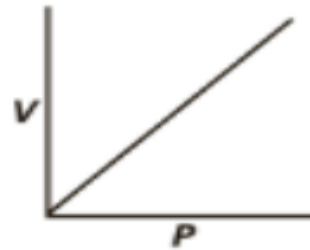
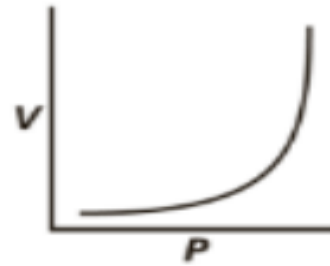
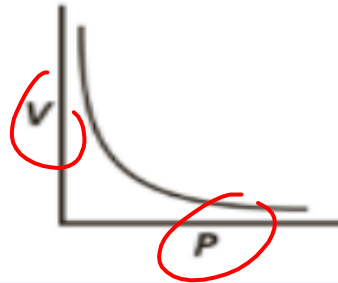
$$P_1 V_1 = (1 \text{ atm})(10 \text{ L}) = 10 \text{ atm} \cdot \text{L} = \text{ثابت}$$

$$P_2 V_2 = (2 \text{ atm})(5 \text{ L}) = 10 \text{ atm} \cdot \text{L} = \text{ثابت}$$

$$P_3 V_3 = (4 \text{ atm})(2.5 \text{ L}) = 10 \text{ atm} \cdot \text{L} = \text{ثابت}$$

Which diagram shows the correct relationship between volume (V) and pressure (P) for a gas at constant temperature?

ما العلاقة التي يوضحها المخطط بين الحجم (V) وضغط الغاز (P) عند درجة حرارة ثابتة؟



فعل
نزي

Increasing the pressure on the balloon's gas shown in the figure below, how that would affect the balloon's volume at constant temperature?



عند الزيادة الضغط على الغاز في البالون الموضح بالشكل أدناه،
ما تأثير ذلك على حجم البالون عند ثبات درجة الحرارة؟

عكس

It will increase

سوف يزداد

It will decrease

سوف يقل

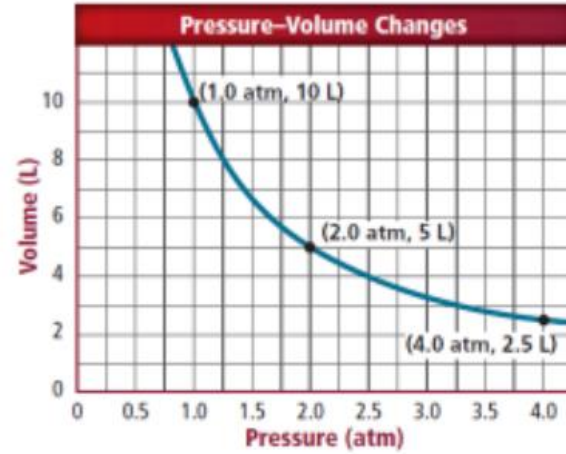
It will stay the same

سيبقى كما هو

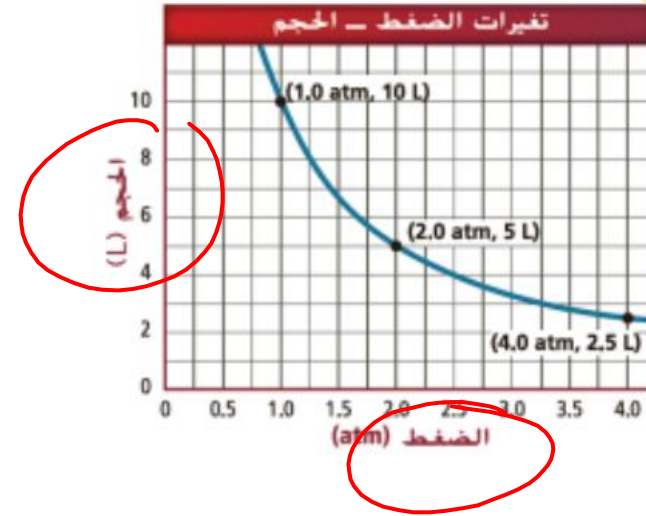
It will increase triple times

يزداد ثلاثة أضعاف

Which law is represented by the graph below?



ما القانون الذي يُمثله الرسم البياني أدناه؟



Gay-Lussac's law

قانون جاي لوساك

Boyle's Law

قانون بويل

Charles's law

قانون شارل

Henry's Law

قانون هنري

The volume of a gas is 400.0 mL, and the pressure is 1.00 atm.
When the volume of the gas is 2.0 L, what is the pressure,
if the temperature remains the same?

P_1 $V_1 \times 10^{-3}$
1.00 atm وعند ضغط 400.0 ml حجم غاز
إذا أصبح حجم الغاز 2.0 L ، ما ضغط الغاز عند
نفس درجة الحرارة؟ $P_2 = ?$ $\sqrt{2}$

0.20 atm

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

0.5 atm

$$1 \times 400 \times 10^{-3} = P_2 \times 2.0 \text{ L}$$

5.0 atm

0.80 atm

The pressure of a sample of helium in a 1.0 L container is 0.857 atm. What is the pressure if the same sample is placed in a 0.50 L container?

(Assume that the temperature is constant.)



P_1 V_1
0.857 atm هو 1.0 L سعة
ما الضغط إذا تم وضع نفس العينة في حاوية سعة 0.50L؟
 $P_2 = ?$
(افتراض أن درجة الحرارة ثابتة)
 V_2

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$0.857 \times 1 = P_2 \times 0.50$$

0.44 atm

1.4 atm

1.7 atm

0.14 atm

Air trapped in a cylinder fitted with a piston occupies **365.5 mL** at **0.985 atm** pressure. What is the new volume (**mL**) when the piston is depressed, increasing the pressure by **50%**?

هواء محصور في أسطوانة مغلقة بمكبس يشغل **365.5 mL** عند **0.985 atm** ضغط. ما الحجم الجديد (**mL**) إذا تم ضغط المكبس بحيث يزيد الضغط بمقدار **50%**؟

244

354

198

455

$$P_2 = P_1 + (50\% P_1)$$

$$P_2 = 0.985 + (50\% 0.985) = 1.48 \text{ atm}$$

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$0.985 \times 365.5 = 1.48 V_2$$

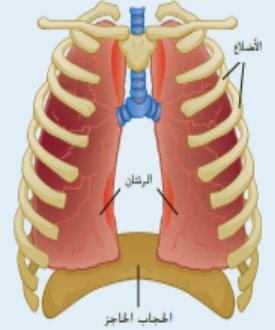
مختبر حل المسائل

تطبيق التفسيرات العلمية

ما الذي يجب أن يفعله قانون بويل مع التنفس؟ أنت تنفس حوالي 20 مرة في الدقيقة وتقوم باستبدال غاز ثاني أكسيد الكربون بغاز الأكسجين اللازم لاستمرار الحياة. كيف يتغير الضغط والحجم في رئتيك عندما تنفس؟

التحليل

النسيج الإسفنجي والهرن المكون لرئتيك يسحب لهما بالتمدد والانكماش في استجابة لحركة الحجاب الحاجز وهو عضلة قوية أسفل الرئتين. وأنت تستنشق الأكسجين عندما يتحرك الحجاب الحاجز إلى الأسفل، مما يزيد من حجم الرئة. وعندما يتحرك الحجاب الحاجز لأعلى وينخفض حجم الرئة، تخرج أنت ثاني أكسيد الكربون.



التفكير الناقد

- 1. طبق** قانون بويل لتفسير سبب دخول الهواء إلى الرئتين عندما تأخذ شهيقاً وسبب مغادرتهم عندما تأخذ زفيراً.
- 2. فسر** ما الذي يحدث داخل الرئتين عندما يتعرض أحدهم لضربة على البطن ويخرج الهواء منه. استخدم قانون بويل في تحديد إجابتك.
- 3. استدل** تفقد أجزاء من الرئة مرونتها وتتضخم عندما يعاني الشخص من انتفاخ الرئة. من معلوماتك عن قانون بويل، لماذا تؤثر هذه الحالة على التنفس؟
- 4. فسر** لماذا يتعلم القواصون البندونون ألا يجسوا أنفاسهم أبداً أثناء صعودهم من المياه العميقة.

قانون شارل

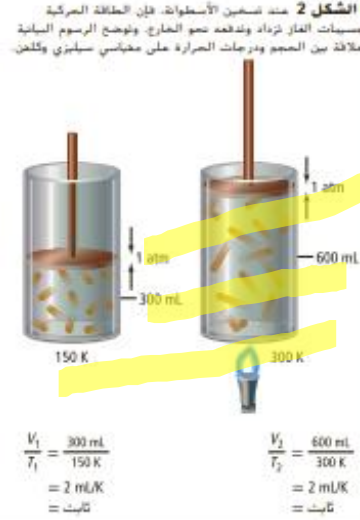
في التجربة الاستهلاكية، لاحظت أن محيط البالون انخفض بعد أن غمر في الماء المثلج. لماذا حدث ذلك؟ بعد أمسية باردة، تلاحظ أن طوف حمام السباحة المطاطي انتفخ جزئياً. خلال ظهيرة مشمسة، يمكن أن يبدو نفس الطوف منتفخاً ثباتاً. لماذا تغير مظهر الطوف؟ يمكن الإجابة عن هذه الأسئلة بتطبيق قانون الغاز الثاني=قانون شارل.

ما العلاقة بين درجة الحرارة والحجم؟ جاك شارل (1746-1823)، فيزيائي فرنسي، درس العلاقة بين الحجم ودرجة الحرارة. ولاحظ أنه زيادة درجة الحرارة، يزيد حجم عينة الغاز في حالة ثابت كمية الغاز والضغط. ويفسر هذه الخاصية نظرية الحركة الجزيئية؛ كلما زادت درجة الحرارة، تحركت جسيمات الغاز أسرع وتصطدم بجدران الحاوية بشكل أكثر وبقوة أكبر. ولأن الضغط يعتمد على عدد الاصطدامات والقوة التي تصطدم بها جسيمات الغاز بجدران الحاوية، فإن ذلك سيزيد من الضغط. ولكي يظل الضغط ثابتاً، فإن الحجم يجب أن يزداد ولذلك تتحرك الجسيمات بشكل أسرع قبل الاصطدام بالجدران. والاضطرار إلى الحركة بشكل أسرع يخفض من عدد اصطدامات الجسيمات مع جدران الحاوية. الأسطوانات في الشكل 2 توضح كيف يتغير حجم الغاز الثابت من الغاز عند تسخينه، وعلى النقيض من الشكل 1، حيث وقع الضغط بالإضافة إلى الضغط الجوي على البكس، فإن البكس في الشكل 2 حر الحركة. وذلك يعني أن البكس سوف يكون مدعوماً بالغاز داخل الأسطوانة عند مستوى ينطبق فيه ضغط الغاز تماماً مع الضغط الجوي. وكما نرى، فإن الحجم الذي يشغله الغاز عند ضغط 1 atm يزداد بزيادة درجة الحرارة في الأسطوانة. وتعتبر المسافة التي يتحركها البكس مقياساً للزيادة في حجم الغاز عند تسخينه.

الرسم البياني للعلاقة بين درجة الحرارة والحجم

الشكل 2 يوضح أيضاً الرسوم البيانية للعلاقة بين درجة حرارة وحجم مقدار ثابت من الغاز عند ضغط ثابت. الرسم التخطيطي للحجم مقابل درجة الحرارة عبارة عن خط مستقيم. لاحظ أنه يمكنك التنبؤ بدرجة الحرارة التي سيصل عندها الحجم إلى 0 L وذلك بعد رسم الخط إلى درجات حرارة أقل من القيم التي تم قياسها.

في الرسم البياني الأول، درجة الحرارة التي تقابل حجماً قدره 0 L هي -273.15°C . وهذه العلاقة خطية ولكنها ليست علاقة تناسب طردي. على سبيل المثال، يمكنك ملاحظة أن الرسم البياني للخط لا يمر عبر نقطة الأصل وأن ذلك يضاعف درجة الحرارة من 25°C إلى 50°C ولكنه لا يضاعف الحجم.



الرسم البياني الثاني في الشكل 2 والذي يرسم درجة حرارة كلن (K) مقابل الحجم. يفرض بالفعل علاقة تناسب طردي. درجة حرارة 0 K التي تقابل 0 mL وتضاعف درجة الحرارة تضاعف الحجم. الصفر على مقياس كلن يعرف أيضاً باسم **الصفر المطلق**. يمثل الصفر المطلق أقل درجة حرارة نظرية محتملة. وعند الصفر المطلق، تكون الذرات جميعها في أقل حالة ممكنة من الطاقة.

التأكد من فهم الرسم البياني فسر لماذا يوضح الرسم البياني في الشكل 2 تناسبا طرديا. بينما الرسم البياني الأول ليس كذلك.

استخدام قانون شارل ينص قانون شارل على أن حجم المقدار المتغير من الغاز يتناسب طردياً مع درجة حرارة بالكلفن عند ضغط ثابت. يمكن التعبير عن قانون شارل كما يلي:

قانون شارل

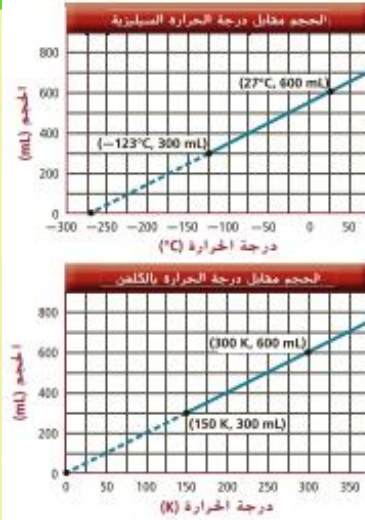
$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

بالنسبة لشمار ممول من الغاز عند ضغط ثابت. فإن ناتج نسبة الحجم على درجة الحرارة بالكلفن يكون ثابتاً.

في المعادلة أعلاه V_1 و T_1 تمثل الظروف الأولية. بينما V_2 و T_2 تمثل ظروف جديدة. وكما هو الحال مع قانون بويل، إذا علمت ثلاث قيم من القيم، يمكنك حساب القيمة الرابعة.

يجب التعبير عن درجة الحرارة بمقياس كلن عند استخدام المعادلة لقانون شارل. لتحويل درجة الحرارة من درجات سيليزية إلى كلن، قم بإضافة 273 إلى درجة حرارة السيليزية.

$$T_K = 273 + T_C$$



مثال 2

قانون شارل بالون البوليوم في السيارة المثقفة يشغل حجماً قدره 2.32 L عند درجة حرارة 40.0°C . إذا تم ترك السيارة في يوم حار وكانت درجة الحرارة داخل السيارة 75.0°C . فما هو الحجم الجديد للبالون. مع افتراض أن الضغط يظل ثابتاً؟

1 تحليل المسألة

ينص قانون شارل على أن حجم كمية محددة من الغاز يزداد بزيادة درجة الحرارة عند ثبات الضغط. وبالتالي، فإن حجم البالون سيزداد. يجب ضرب الحجم الأولي في نسبة درجة حرارة أكبر من 1.

| معلوم | مجهول |
|----------------------------|---------------------|
| $T_2 = 40.0^\circ\text{C}$ | $V_2 = ? \text{ L}$ |
| $V_1 = 2.32 \text{ L}$ | |
| $T_2 = 75.0^\circ\text{C}$ | |

2 حساب المجهول

تحويل الدرجات السيليزية إلى كلن.

$$T_K = 273 + T_C$$

$$T_1 = 40.0^\circ\text{C} \quad T_1 = 273 + 40.0^\circ\text{C} = 313.0 \text{ K}$$

$$T_2 = 75.0^\circ\text{C} \quad T_2 = 273 + 75.0^\circ\text{C} = 348.0 \text{ K}$$

استخدام قانون شارل. أعد ترتيب القانون لإيجاد قيمة V_2 والتعويض بالقيم المعروفة في المعادلة التي تم إعادة ترتيبها.

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \\ V_2 &= V_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \\ V_2 &= 2.32 \text{ L} \left(\frac{348.0 \text{ K}}{313.0 \text{ K}} \right) \\ V_2 &= 2.32 \text{ L} \left(\frac{348.0}{313.0} \right) = 2.58 \text{ L} \end{aligned}$$

3 تقييم الإجابة

الزيادة في درجات الحرارة بالكلفن تكون صغيرة نسبياً وبالتالي فإن الحجم يجب أن يزداد زيادة صغيرة. الوحدة المذكورة في الإجابة هي اللترات وتحتل وحدة الحجم ويوجد ثلاثة أرقام معنوية.

تطبيق

افترض أن الضغط وكمية الغاز ثابتان في المسائل التالية:

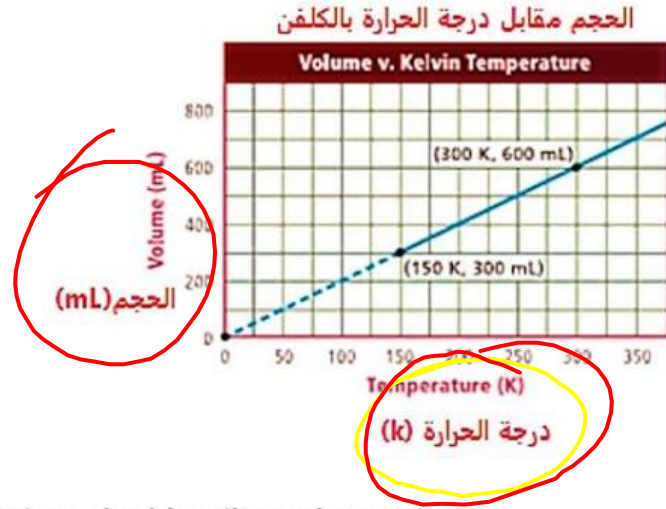
4. ما حجم الغاز في البالون الظاهر على اليسار عند درجة حرارة 250 K ؟
5. يشغل غاز عند درجة حرارة 89°C حجماً مقداره 0.67 L . ما درجة الحرارة السيليزية التي سيزداد عندها الحجم إلى 1.12 L ؟
6. درجة الحرارة السيليزية لعينة حجمها 3.00 L من الغاز تنخفض من 80.0°C إلى 30.0°C . فما الحجم النهائي لهذا الغاز؟
7. تحدد غاز يشغل حجماً مقداره 0.67 L عند درجة حرارة 350 K . فما درجة الحرارة المطلوبة لخفض الحجم بنسبة 45%؟



الخطوات:
اكتب معلومات من هذا القسم في مخطوبتك.

According to the graph below, which of the following statement is **NOT correct**?

أي العبارات التالية **غير صحيحة** فيما يتعلق بالرسم البياني أدناه؟



Doubling the temperature doubles the volume

عندما تتضاعف درجة الحرارة يتضاعف الحجم

Doubling the temperature does not double the volume

تضاعف درجة الحرارة لا يُسبب تضاعف الحجم

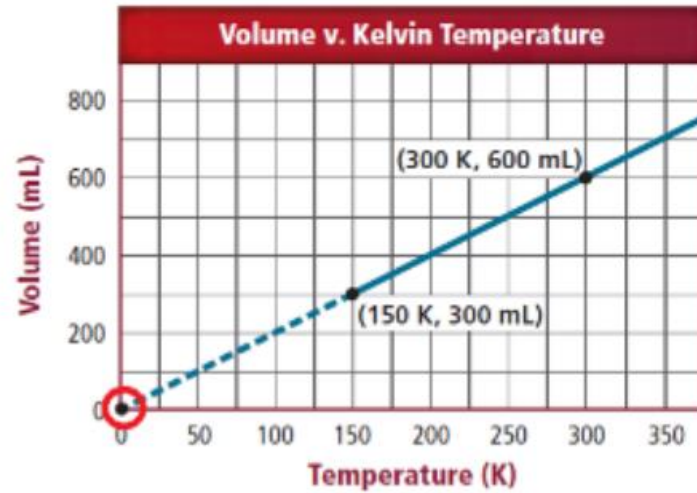
The graph shows a linear relationship.

يُمثل الرسم علاقة خطية

The graph shows a directly proportional relationship

يُمثل الرسم علاقة تناسب طردي

What is the point marked in red on the following graph called?



ماذا تُسمى النقطة المميزة بالدائرة الحمراء عليها في المنحنى التالي؟



OK

Absolute zero

الصفر المطلق

Boiling point

درجة الغليان

Triple point

النقطة الثلاثية

Critical point

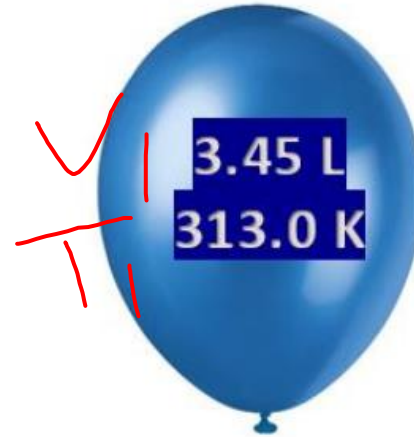
النقطة الحرجة

What is the volume for the gas in the below balloon when temperature changes to 348 K?

ما حجم الغاز الموجود في البالون أدناه عندما تتغير درجة الحرارة إلى 348 K ؟

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\frac{3.45}{313} = \frac{V_2}{348}$$



4.01 L

3.84 L

2.73 L

2.31 L

مثال 3

قانون جاي لوساك ضغط غاز الأكسجين داخل وعاء هو 5.00 atm عند درجة حرارة 25.0°C. ويضع الوعاء في معسكر على قمة جبل الإفريست. فإذا كانت درجة الحرارة هناك 10.0°C-، فما الضغط الجديد داخل الوعاء؟

1 تحليل المسألة

ينص قانون جاي لوساك على أنه إذا انخفضت درجة حرارة الغاز، فإن الضغط ينخفض عندما يكون الحجم ثابتاً. وبالتالي، فإن الضغط في وعاء الأكسجين سينخفض. يجب ضرب الضغط الأولي في نسبة درجة حرارة أقل من 1.

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| معلوم | مجهول |
| $P_1 = 5.00 \text{ atm}$ | $P_2 = ? \text{ atm}$ |
| $T_1 = 25.0^\circ\text{C}$ | |
| $T_2 = -10.0^\circ\text{C}$ | |

2 حساب المجهول

تحويل الدرجات السيليزية إلى كلفن.

| | |
|------------------------------------|---|
| تطبيق معامل التحويل | $T_K = 273 + T_C$ |
| عوض في $T_1 = 25.0^\circ\text{C}$ | $T_1 = 273 + 25.0^\circ\text{C} = 298.0 \text{ K}$ |
| عوض في $T_2 = -10.0^\circ\text{C}$ | $T_2 = 273 + (-10.0^\circ\text{C}) = 263.0 \text{ K}$ |

استخدام قانون جاي لوساك. أعد ترتيب القانون لإيجاد قيمة P_2 والتعويض بالقيم المعروفة في المعادلة التي تبتت إعادة ترتيبها.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$P_2 = P_1 \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$$

$$P_2 = 5.00 \text{ atm} \left(\frac{263.0 \text{ K}}{298.0 \text{ K}} \right)$$

عوض في $P_1 = 5.00 \text{ atm}$ و $T_1 = 298.0 \text{ K}$ و $T_2 = 263.0 \text{ K}$

$$P_2 = 5.00 \text{ atm} \left(\frac{263.0 \text{ K}}{298.0 \text{ K}} \right) = 4.41 \text{ atm}$$

اضرب واقسم الأعداد والوحدات.

3 تقييم الإجابة

تنخفض درجة الحرارة وبالتالي ينبغي أن ينخفض الضغط. الوحدة، atm وهي وحدة قياس الضغط وتوجد ثلاثة أرقام معنوية.

تطبيق

افترض ثبات الحجم ومقدار الغاز في المسائل التالية:

8. الضغط داخل إطار سيارة 1.88 atm عند 25.0°C. كم سيصبح الضغط إذا زادت درجة الحرارة إلى 37.0°C؟

9. غاز الهيليوم في أسطوانة سعة 2.00 L يتبع تحت ضغط مقداره 1.12 atm عند درجة حرارة 36.5°C يصبح ضغط عينة الغاز نفسها يساوي 2.56 atm ماذا كانت درجة الحرارة الأولية بالدرجات السيليزية للغاز في الأسطوانة؟

10. تحدي إذا كان ضغط عينة غاز 30.7 kPa عند 0.00°C، فكم يجب زيادة درجة الحرارة السيليزية لضخامة الضغط؟

الكيمياء في الحياة اليومية

قانون جاي لوساك



أواني الطبخ بالضغط آلية الضغط عبارة عن وعاء يغطى بغطاء بإحكام في موضعه. وبمعل ذلك على إحكام إغلاق الوعاء والذي يحافظ على صلبه ثابتاً. وبمعل تسخين الوعاء على زيادة الضغط فيه. وكلما ازداد الضغط، تسير درجة الحرارة في الزيادة ويتم طهي الطعام بشكل أسرع.

مبين

في الكيمياء

عالم الأرصاد الجوية العلاقات بين الضغط ودرجة الحرارة وحجم الهواء تساعد علماء الأرصاد الجوية على فهم الطقس والتنبؤ به. على سبيل المثال: تنشأ الرياح والجيئات من تغيرات الضغط التي يسببها تسخين الشمس المتفاوت للغلاف الجوي للأرض.

قانون جاي لوساك

في التجربة الاستهلاكية، رأيت قانون شارل عملياً حيث تغير حجم البالون تحت تأثير درجة الحرارة. ما الذي كان سيحدث إذا كان شكل البالون مثلثاً؟ وإذا كان الحجم ثابتاً، فهل توجد علاقة بين درجة الحرارة والضغط؟ الإجابة على هذا السؤال موجودة في قانون جاي لوساك.

ما هي العلاقة بين درجة حرارة الغاز وضغطه؟ الضغط عبارة عن نتيجة مباشرة للتصادمات بين جسيمات الغاز وجدران الحاوية. الزيادة في درجة الحرارة يزيد من تكرار التصادم والطاقة وبالتالي زيادة درجة الحرارة تؤدي إلى زيادة الضغط. إذا كان الحجم ثابتاً، جوزيف جاي-لوساك (1778-1850) وجد أن الضغط يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة، كما هو موضح في الشكل 3.

قانون جاي لوساك ينص على أن ضغط البقدار الثابت من الغاز يتناسب طردياً مع درجة الحرارة بالكلفن في حالة ثبات الحجم ويمكن التعبير عنه رياضياً كما يلي:

قانون جاي لوساك

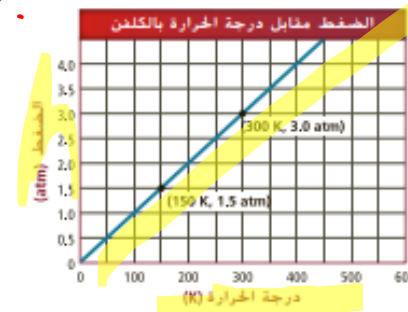
$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

P تمثل الضغط.
 T تمثل درجة الحرارة.

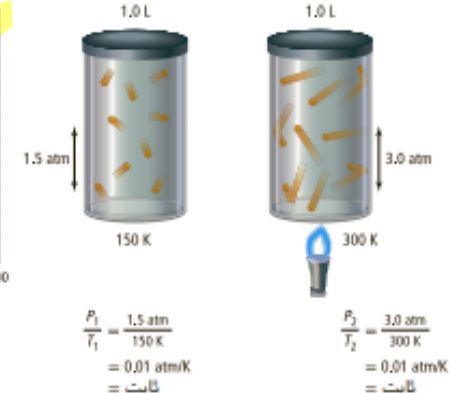
بالنسبة لبقدار معلوم من الغاز محفوظ عند حجم ثابت، فإن حاصل نسبة الضغط على درجة الحرارة بالكلفن يكون ثابتاً.

كما هو الحال مع قانوني بويل وشارل، إذا علمت أي ثلاثة من المتغيرات الأربعة، يمكنك حساب المتغير الرابع باستخدام هذه المعادلة. تذكر أن درجة الحرارة يجب أن تكون بالكلفن متى تم استخدامها في معادلات قوانين الغازات.

الشكل 3 عند تسخين الأسطوان، تزداد الطاقة الحركية للجسيمات، مما يزيد من كل من تكرار الاصطدامات وطاقاتها مع جدران الأسطوان. حجم الأسطوان ثابت وبالتالي فإن الضغط الذي يذله الغاز يزداد.

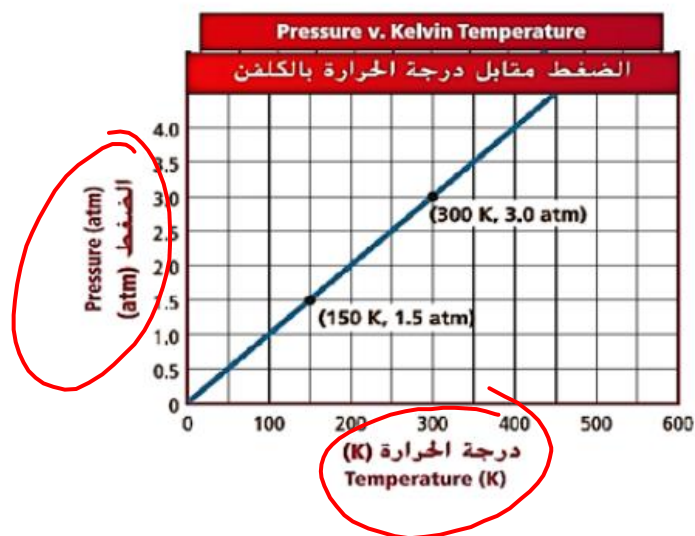


التأكد من فهم الرسم البياني
قانون بين الرسوم البيانية في الشكلين 2 و 3.



Which law is represented by the graph below?

ما القانون الذي يُمثله الرسم البياني أدناه؟



Charles's law

~~قانون شارل~~

Gay-Lussac's law

قانون جاي لوساك

Henry's Law

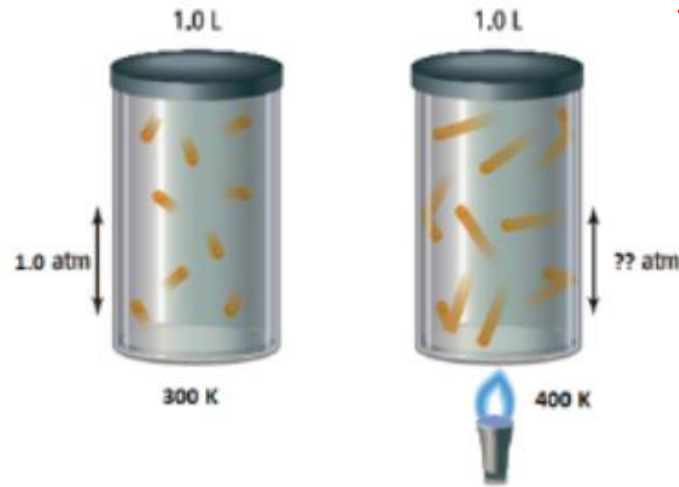
~~قانون هنري~~

Boyle's Law

~~قانون بويل~~

The pressure for a gas in a cylinder is 1.00 atm at 300 K.

What will be the pressure if the temperature increases to 400 K?



الضغط لغاز في أسطوانة 1.00 atm عند 300 K T_1 P_1
كم سيصبح الضغط إذا زادت درجة الحرارة إلى 400 K؟ T_2

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$\frac{1}{300} = \frac{P_2}{400}$$

0.75 atm

2.67 atm

2.44 atm

1.30 atm

| | | | |
|----|--|--|-----------------|
| 14 | CHM.5.3.01.009 يستخدم القانون العام للغازات لحساب تغيرات الحجم - الضغط - درجة الحرارة لعينة من غاز عند حجم ثابت | نص الكتاب + مثال 4 + تطبيقات + الجدول 1 | 317 , 318 , 319 |
| | CHM.5.2.01.004.24 Use the combined gas law to calculate the volume-pressure-temperature changes for a gas sample | Textbook + examples 4 + Applications + table 1 | |

| الجدول 1 قوانين الغازات | | | |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| القانون | جاي لوساك | شارل | بويل |
| الصيغة | $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ | $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ | $P_1 V_1 = P_2 V_2$ |
| ما هو الثابت؟ | مقدار الغاز والحجم | مقدار الغاز والضغط | مقدار الغاز ودرجة الحرارة |
| رسم تنظيبي | | | |

مقاييس درجة الحرارة وقوانين الغازات ربما تكون قد لاحظت أن العمل الذي قام به كل من شارل وجاي-لوساك سبق تطوير مقياس كلفن، إلا أن قوانينهم تتطلب استخدام درجات الحرارة على مقياس كلفن. في القرن الثامن عشر وبداية التاسع عشر، استخدم العلماء العديد من المقاييس المختلف على سبيل المثال، المقياس الذي يسمى مقياس ريامور والذي كان يستعمل غالبًا في فرنسا في زمن شارل. وعلى هذا المقياس—أو أي مقياس لا يعتمد على الصفر المطلق—فإن التعبير عن قانون شارل أكثر تعقيداً ويتطلب اثنين من الثوابت بالإضافة إلى V و T . وقام مقياس كلفن بتبسيط الأمور ونتج عنه ظهور قوانين الغازات المعروفة والموجودة هنا.

رأيت الآن كيف يؤثر الضغط ودرجة الحرارة والحجم على عينة من الغاز. يمكنك استخدام قوانين الغازات والتي تم تلخيصها في **الجدول 1**، طالما ظل مقدار الغاز ثابتًا. ولكن ما الذي يحدث إذا تغير مقدار الغاز؟ في القسم التالي، سوف نتوّم بإضافة المتغير الرابع وهو مقدار الغاز، إلى قوانين الغازات.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- ينص قانون بويل على أن حجم مقدار ثابت من الغاز يتناسب عكسيًا مع الضغط الواقع عليه في حالة ثبات درجة الحرارة.
- ينص قانون شارل على أن حجم البندار الثابت من الغاز يتناسب طرديًا مع درجة الحرارة بمقياس كلفن عند الضغط الثابت.
- ينص قانون جاي لوساك على أن الضغط الواقع على مقدار ثابت من الغاز يتناسب طرديًا مع درجة الحرارة بالكلفن عند ثبات الحجم.
- القانون العام للغازات يربط بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم في معادلة واحدة.

- المكرة الرئيسية **الأكثر** العلاقات الفاشية بين الضغط ودرجة الحرارة والحجم لبقدر ثابت من الغاز.
- فسّر** أي من المتغيرات الثلاثة التي تؤثر على كمية ثابتة من الغاز يتناسب طرديًا؟ ما هي المتغيرات التي تتناسب عكسيًا؟
- تحليل** يتم تحرير بالون الطقس في الغلاف الجوي. معلوم لديك الحجم الأولي ودرجة الحرارة وضغط الهواء. ما المعلومات التي ستحتاج إليها للتنبؤ بحجمه عندما يصل إلى أقصى ارتفاع له؟ ما القانون الذي ستستخدمه لحساب هذا الحجم؟
- استدل** لماذا يتم ضغط الغازات التي يتم استخدامها في المستشفيات مثل الأكسجين؟ لماذا يجب حماية الغازات المضغوطة من درجات الحرارة العالية؟ ما الذي يجب أن يحدث للأكسجين المضغوط قبل استنشاقه؟
- احسب** حاوية بلاستيكية مملئة فيها 1.00 L من غاز البنتان عند ضغط 660 torr عندما تكون درجة الحرارة 22.0°C. ما مقدار الضغط الذي يبذله الغاز إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى 44.6°C؟
- صمم** خريطة مفاهيم توضح العلاقات بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة في قوانين بويل وشارل وجاي ولوساك.

مثال 4

القانون العام للغازات غاز عند 110 kPa ودرجة حرارة 30.0°C بدأ حاوية مرنة بحجم أولي قدره 2.00 L. فإذا زادت درجة الحرارة إلى 80.0°C والضغط إلى 440 kPa، فما هو الحجم الجديد؟

تحليل المسألة

يغير كل من الضغط ودرجة الحرارة وبالتالي ستحتاج إلى استخدام القانون العام للغازات. يتضاعف الضغط أربعة أضعاف ولكن درجة الحرارة لا تزداد بثلث هذا المعامل الضخم. وبالتالي، فإن الحجم الجديد سوف يكون أصغر من حجم البداية.

معلوم

$P_1 = 110 \text{ kPa}$
 $T_1 = 30.0^\circ\text{C}$
 $V_1 = 2.00 \text{ L}$

مجهول

$V_2 = ? \text{ L}$
 $P_2 = 440 \text{ kPa}$
 $T_2 = 80.0^\circ\text{C}$

2 حساب المجهول

تحويل الدرجات السيليزية إلى كلفن.

$T_K = 273 + T_C$

$T_1 = 273 + 30.0^\circ\text{C} = 303.0 \text{ K}$

$T_2 = 273 + 80.0^\circ\text{C} = 353.0 \text{ K}$

استخدام القانون العام للغازات: أعد ترتيب القانون لإيجاد قيمة V_2 والتعويض بالقيم المعروفة في المعادلة التي تم إعادة ترتيبها.

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

$V_2 = V_1 \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \left(\frac{T_2}{T_1} \right)$

$V_2 = 2.00 \text{ L} \left(\frac{110 \text{ kPa}}{440 \text{ kPa}} \right) \left(\frac{353.0 \text{ K}}{303.0 \text{ K}} \right)$

$V_2 = 2.00 \text{ L} \left(\frac{110 \text{ kPa}}{440 \text{ kPa}} \right) \left(\frac{353.0 \text{ K}}{303.0 \text{ K}} \right) = 0.58 \text{ L}$

3 تقييم الإجابة

لأن التغير في الضغط أكبر بكثير من التغير في درجة الحرارة، فإن الحجم سيقل. الوحدة هي اللتر وهي وحدة قياس الحجم ويوجد رقمين معنويين.

تطبيق

افترض أن مقدار الغاز ثابت في المسائل التالية:

- تبدل عينة من الهواء في محفنة ضغطًا مقداره 1.02 atm عند درجة حرارة 22.0°C. يتم وضع المحفنة في حمام ماء مغلي عند درجة حرارة 100.0°C. يزداد الضغط إلى 123 atm بالضغط على البكس. مما يخضع الحجم إلى 0.224 mL. كم كان الحجم الأولي؟
- بالون يحتوي على 146.0 mL من الغاز المحصور عند ضغط 1.30 atm ودرجة حرارة 5.0°C. فإذا تضاعف الضغط وانخفضت درجة الحرارة إلى 2.0°C فكم سيكون حجم الغاز في البالون؟
- تحدي** إذا زادت درجة الحرارة في أسطوانة الغاز إلى البسار إلى 30.0°C وزاد الضغط إلى 120 atm فهل سيتحرك مكبس الأسطوانة إلى أعلى أم إلى أسفل؟



القانون العام للغازات

في عدد من التطبيقات التي تشتمل على غازات، مثل بالون الطقس في **الشكل 4** الضغط ودرجة الحرارة والحجم قد يتغير كل ذلك. ويمكن دمج قوانين بويل وشارل وجاي لوساك في قانون واحد يسمى **القانون العام للغازات** وهو يحدد العلاقة بين الضغط ودرجة الحرارة وحجم مقدار ثابت من الغاز. والمتغيرات الثلاثة جميعها لها نفس العلاقة مع بعضها مثلما هو الحال في **قوانين الغازات** الأخرى. **الضغط يتناسب عكسيًا مع الحجم وطرديًا مع درجة الحرارة ويتناسب الحجم طرديًا مع درجة الحرارة.** يمكن التعبير عن القانون العام للغازات رياضيا كما يلي.

القانون العام للغازات

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$

بالنسبة لبقدر معلوم من الغاز، فإن الناتج من حاصل ضرب الضغط والحجم، مضروبًا على درجة الحرارة بالكلفن يكون ثابتًا.

استخدام القانون العام للغازات

القانون العام للغازات يشتمل على تغيرات في أكثر من متغير. وهو يوفر أيضًا طريقة لتذكر القوانين الثلاثة الأخرى بدون تذكر كل معادلة. إذا أمكنك كتابة معادلة القانون العام للغازات، فإنه يمكن اشتقاق معادلات القوانين الأخرى منها وذلك بتذكر المتغير الثابت في كل حالة.

على سبيل المثال، إذا قللت درجة الحرارة ثابتة بينما يتغير الضغط والحجم، فإن $T_1 = T_2$. بعد تبسيط القانون العام للغازات في ظل هذه الظروف، فإننا نصل إلى أن $P_1 V_1 = P_2 V_2$ والتي يجب أن تفهمها باعتبارها معادلة قانون بويل.

التأكد من فهم النص **اشتق** قانوني شارل وجاي لوساك من القانون العام للغازات.

The volume of a sample of gas measured at 25.0°C and 1.00 atm is 5.00 L. If the gas was pressed to 3.00 atm and the volume became 2.00 L what is the final temperature?

حجم عينة من الغاز على درجة حرارة 25°C وضغط 1.00 atm هو 5.00 L. إذا تم ضغط الغاز لـ 3.00 atm وأصبح الحجم 2.00 L فما درجة الحرارة النهائية للغاز؟



$V_1 = 5.00 \text{ L}$
 $P_1 = 1.00 \text{ atm}$
 $T_1 = 25.0^\circ\text{C}$



$V_2 = 2.00 \text{ L}$
 $P_2 = 3.00 \text{ atm}$

$$T_1 = 25 + 273 = 298$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 5}{298} = \frac{3 \times 2}{T_2}$$

$$T_2 = 357.6 \text{ K} - 273$$

98.2°C

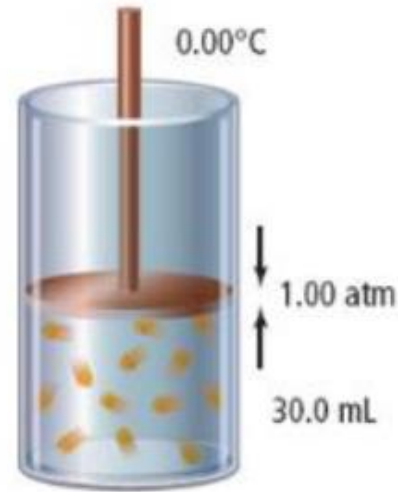
30.0°C

84.6°C

20.3°C

A sample of gas starts at 1.00 atm, 0.00° C, and 30.0 mL.
What is the volume if the temperature increases to 27.0° C
and the pressure increases to 2.00 atm?

عينة من الغاز بدأت عند 30.0mL، 0.00°C ، 1.00 atm
ما الحجم إذا زادت درجة الحرارة إلى 27.0°C وزاد الضغط إلى 2.00 atm



$$T_1 = 0 + 273 = 273$$

$$T_2 = 27.0 + 273 = 300$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \times 30}{273} = \frac{2 \times V_2}{300}$$

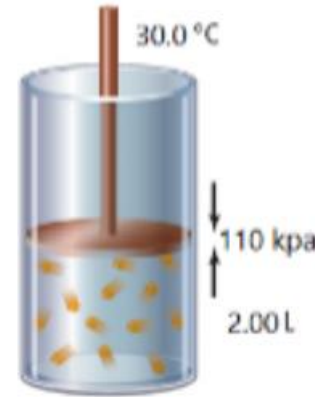
65.9 mL

16.5 mL

54.6 mL

13.7 mL

A sample of gas starts at 110.0 kPa, 30.0° C, and 2.00 L.
What is the volume in mL if the temperature increases to 80.0° C and the pressure increases to 440.0 kPa?



عينة من الغاز بدأت عند 2.00 L، 30.0°C، 110.0 kPa
ما الحجم إذا زادت درجة الحرارة إلى 80.0°C وزاد الضغط إلى 440.0 kPa؟

$$T_1 = 30 + 273 = 303$$

$$T_2 = 80 + 273 = 353$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{110 \times 2.00}{303} = \frac{440 V_2}{353}$$

0.64 L

0.58 L

1.3 L

8.1 L

| | | | |
|----|--|---|-----------|
| 15 | <p>CHM.5.2.01.005.02 يستخدم قانون أفوجادرو لحساب تغيرات الحجم - المول لعينة من غاز عند ضغط ثابت</p> <p>CHM.5.2.01.005.02 Use the mathematical formula of Avogadro's law to calculate volume-mole changes for a gas sample at constant pressure</p> | <p>نص الكتاب + الشكل 5 + مثال 5 + تطبيقات</p> <p>Textbook + figure 5 + example 5 + Applications</p> | 320 , 321 |
|----|--|---|-----------|

قانون الغاز المثالي

القسم 2

الفكرة الرئيسية قانون الغاز المثالي يربط بين عدد الجسيمات والضغط ودرجة الحرارة والحجم.

الكيمياء في حياتك

تعلم أن إضافة الهواء إلى إطارات السيارات يزيد الضغط داخلها. لكن هل تعلم أن الضغط الموصى به لإطارات السيارات هو المحدد في ظروف الطقس الباردة؟ حيث إن الإطارات تتحرك بسرعة على الطريق، فإن الاحتكاك يسبب ارتفاع درجة حرارتها. وذلك يسبب أيضاً ارتفاع الضغط داخل الإطارات.

مبدأ أفوجادرو

الجسيمات التي تتكوّن غازات مختلفة يمكن أن تتباين في الحجم كثيراً. ومع ذلك، فإن نظرية الحركة الجزيئية تفترض أن الجسيمات في عينة غاز تكون متباعدة بشكل كبير بحيث يصبح حجمها ذو تأثير ضئيل جداً على الحجم الذي يشغله الغاز. على سبيل المثال، 1000 جسيم ضخم نسبياً من غاز الكريبتون تشغل نفس الحجم مثل 1000 جسيم أصغر حجماً من غاز الهيليوم عند نفس درجة الحرارة والضغط. ولقد كان أفوجادرو أول من افترض هذه الفكرة عام 1811. ينص **مبدأ أفوجادرو** على أن الأحجام المتساوية من الغازات عند نفس درجة الحرارة والضغط تحتوي على أعداد متساوية من الجسيمات. الشكل 5 يوضح أحجاماً متساوية من ثاني أكسيد الكربون والهيليوم والأكسجين.

الحجم والمولات تذكر أن المول الواحد من المادة يحتوي على 6.02×10^{23} جسيماً. **الحجم المولي** للغاز عبارة عن الحجم الذي يشغله 1 mol عند درجة حرارة 0.00°C وضغط 1.00 atm . ظروف 0.00°C و 1.00 atm تُعرف باسم **الضغط ودرجة الحرارة القياسيين** (STP). ولقد أوضح أفوجادرو تجريبياً أن 1 mol من أي غاز يشغل حجماً قدره 22.4 L عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP. ولأن الحجم 1 mol من الغاز عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP هو 22.4 L فإنه يمكنك استخدام 22.4 L/mol باعتباره معامل تحويل متى أصبح الغاز عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP. على سبيل المثال، افترض أنك تريد إيجاد عدد المولات في عينة ما من الغاز حجمها 3.72 L عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP. استخدم الحجم المولي للتحويل من الحجم إلى مولات.

$$3.72 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol}}{22.4 \text{ L}} = 0.166 \text{ mol}$$



الشكل 5 صناديق الغاز ذات الأحجام المتساوية والتي توجد عند الضغط ودرجة الحرارة نفسها تحتوي على العدد نفسه من جسيمات الغاز، بغض النظر عن نوع الغاز الذي تحتويه. استبدلي لماذا لا ينطبق مبدأ أفوجادرو على السوائل والأجسام الصلبة؟

مثال 5

الحجم المولي المكون الرئيسي للغاز الطبيعي المستخدم في أغراض التدفئة والتسخين والطبخ المنزلي هو الميثان (CH_4). احسب الحجم الذي سيشفله 2.00 kg من غاز الميثان عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP.

1 تحليل المسألة

يمكن حساب عدد المولات بصفة كتلة العينة m ، على الكتلة المولية M . الغاز عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP (0.00°C , 1.00 atm) وبالتالي يمكنك استخدام الحجم المولي للتحويل من عدد المولات إلى الحجم.

معلوم
 $m = 2.00 \text{ kg}$
 $T = 0.00^\circ\text{C}$
 $P = 1.00 \text{ atm}$

مجهول
 $V = ? \text{ L}$

2 حساب المجهول

حدد الكتلة المولية للميثان.

$$M = 1 \text{ C atoms} \left(\frac{12.01 \text{ amu}}{1 \text{ C atom}} \right) + 4 \text{ H atoms} \left(\frac{1.01 \text{ amu}}{1 \text{ H atom}} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{حتر عن الكتلة الجزيئية بوحدة g/mol} &= 12.01 \text{ amu} + 4.04 \text{ amu} = 16.05 \text{ amu} \\ \text{لتحويل إلى الكتلة المولية} &= 16.05 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

حدد عدد مولات الميثان.

$$2.00 \text{ kg} \left(\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \right) = 2.00 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m = \frac{2.00 \times 10^3 \text{ g}}{16.05 \text{ g/mol}} = 125 \text{ mol}$$

استخدم الحجم المولي لتحديد حجم الميثان عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP.

$$V = 125 \text{ mol} \times \frac{22.4 \text{ L}}{1 \text{ mol}} = 2.80 \times 10^3 \text{ L}$$

استخدم الحجم المولي، 22.4 L/mol،
 للتحويل من مولات إلى الحجم.

3 تقييم الإجابة

مقدار الميثان الحالي أكثر بكثير من 1 mol. وبالتالي يجب عليك أن تتوقع حجماً كبيراً. بالتطبيق مع الإجابة، الوحدة هي اللترات وحجم 2.80 ألف لتر معقول.

تطبيقات

- ما حجم الحاوية الذي تحتاجه لحفظ 0.0459 mol من غاز N_2 عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP؟
- ما كمية غاز ثاني أكسيد الكربون بالجرامات الموجودة في بالون حجمه 1.0 L عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP؟
- ما الحجم (mL) الذي سيشفله 0.00922 g من غاز H_2 عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP؟
- ما الحجم الذي سيشفله 0.416 g من غاز الكريبتون عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP؟
- احسب الحجم الذي سيشفله 4.5 kg من غاز الإيثيلين (C_2H_4) عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP.
- تحدي** يحتوي وعاء بلاستيكي مرن على 0.860 g من غاز الهيليوم في حجم 19.2 L. فإذا تم التخلص من 0.205 g من الهيليوم عند ضغط ودرجة حرارة ثابتين، فما مقدار الحجم الجديد؟

According to Avogadro's principle, 1 mol of any gas at STP occupies a volume of _____.

حسب مبدأ أفوجادرو، 1 مول (mol) من أي غاز عند الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP يشغل حجماً قدره _____.

22.4 L



~~3.72 L~~



~~1.00 L~~



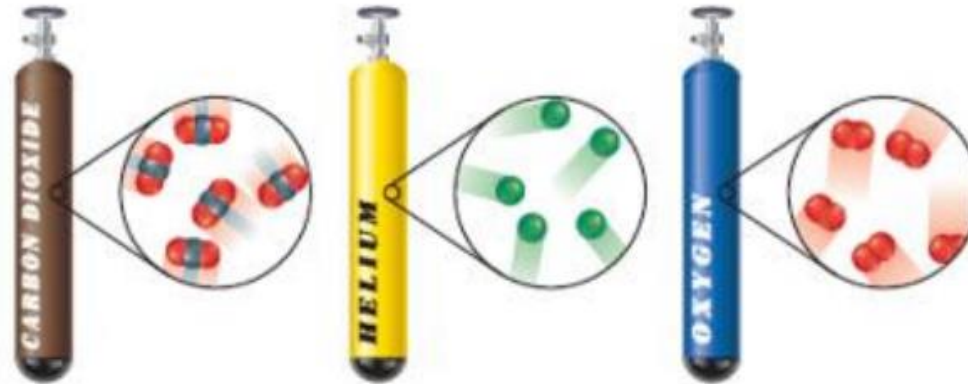
~~6.02 L~~



"Equal volumes of gases at the same pressure and temperature contain equal numbers of particles."

This is the statement of

"الأحجام المتساوية من الغازات تحتوي عند نفس الضغط ودرجة الحرارة على أعداد متساوية من الجسيمات" هو نص



Combined gas law

~~القانون العام للغازات~~

Le Châtelier's principle

~~مبدأ لو شاتيليه~~

Ideal gas law

~~القانون الغاز المثالي~~

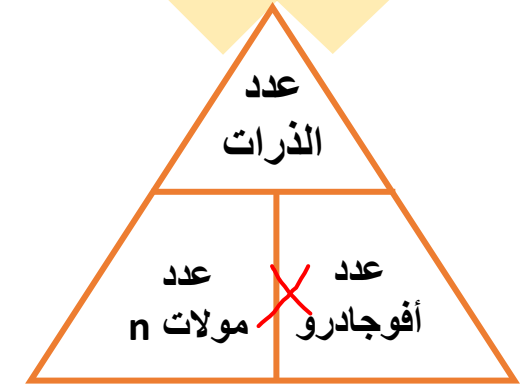
Avogadro's principle

مبدأ أفوجادرو

How many neon atoms are there in **1.86 L** sample
at standard temperature and pressure (STP)?

ما عدد ذرات النيون في **1.86 L** منه عند الضغط ودرجة الحرارة
القياسيين (STP)؟

| | |
|-----------------------|--|
| 6.02×10^{23} | ثابت (عدد) أفوجادرو Avogadro's constant(number) |
|-----------------------|--|



$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$0.0830 \times 6.02 \times 10^{23}$$

$$\begin{array}{lcl} 1 \text{ mol} & \xrightarrow{\quad} & 22.4\text{L} \\ & \searrow \quad \nearrow & \\ ? \text{ mol} & \xrightarrow{\quad} & 1.86\text{L} \end{array}$$

$$0.0830 \text{ mol}$$

$$5.00 \times 10^{22} \quad A$$

$$2.70 \times 10^{23} \quad B$$

$$3.50 \times 10^{24} \quad C$$

$$1.40 \times 10^{25} \quad D$$

| | | | |
|----|--|---|-----------|
| 16 | CHM.5.2.01.004.28 Use the ideal gas law to calculate pressure, volume, temperature, mass s, for a gas sample when three quantities are given | نص الكتاب + الجدول 2 + مثال 6 + تطبيقات | 322 , 323 |
| | يستخدم قانون الغاز المثالي لحساب الضغط والحجم ودرجة الحرارة والكتلة لمعينة من غاز عند إعطاء بعض الكميات | Textbook + table 2 + example 6 + Applications | |

قانون الغاز المثالي

يمكن دمج مبدأ أفوجادرو وقوانين بويل وشارل وجاي ولوساك في علاقة رياضية واحدة نصف العلاقات بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز. وهذه الصيغة تعمل على أفضل ما يكون مع الغازات التي تتبع افتراضات نظرية الحركة الجزيئية. الغازات المعروفة باسم الغازات المثالية. تشغل جسيماتها حجبا صغيرًا جدًا يمكن إهماله وتكون متباعدة عن بعضها بشكل كبير جدًا بحيث تكون قوى التجاذب والتنافر بينها أقل ما يمكن.

من القانون العام للغازات إلى قانون الغاز المثالي فإن القانون العام للغازات يقيم علاقة بين المتغيرات الضغط والحجم ودرجة الحرارة لمقدار معلوم من الغاز.

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

بالنسبة لمعينة محددة من الغاز. فإن هذه العلاقة بين الضغط والحجم ودرجة الحرارة هي نفسها دائمًا. يمكنك إعادة كتابة العلاقة المبثلة في قانون الغازات العام كما يلي.

$$\frac{PV}{T} = \text{ثابت}$$

كما يشرح **الشكل 6**، فإن زيادة مقدار الغاز الموجود في عينة سترفع الضغط في حالة ثبات درجة الحرارة والحجم. وبالمثل إذا ظل الضغط ودرجة الحرارة ثابتين. فإن الحجم سيزداد كلما تم إضافة المزيد من جسيمات الغاز. وفي الواقع، فإننا نعلم أن كلاً من الحجم والضغط يتناسبان طرديًا مع عدد المولات (*n*) وبالتالي فإن *n* يمكن تضمينه في قانون الغازات العام كما يلي،

$$\frac{PV}{nT} = \text{ثابت}$$

حدثت التجارب باستخدام القيم المعروفة من *P*، *T*، *V* و *n* قيمة هذا الثابت. وهو يسمى **ثابت الغاز المثالي** وهو يمثل بالرمز *R*. وإذا كان الضغط بوحدة atm فإن قيمة *R* هي 0.0821 L⋅atm/mol⋅K لاحظ أن وحدات التعبير عن *R* هي ببساطة تجمع وحدات المتغيرات الأربعة. **الجدول 2** يوضح القيم العددية للثابت *R* في وحدات مختلفة من الضغط.

| |
|--|
| <p>✓ التأكد من فهم النص فسر لماذا نبت إضافة عدد المولات، <i>n</i>، إلى عائلة المتنام في المعادلة أعلاه.</p> |
|--|

التعويض بالثابت *R* في المعادلة أعلاه وإعادة ترتيب القيم يعطي قانون الغاز المثالي الصيغة الأكثر شيوعًا. يصف **قانون الغاز المثالي** السلوك الميزيائي لغاز مثالي من حيث الضغط والحجم ودرجة الحرارة وعدد مولات الغاز الموجودة.

قانون الغاز المثالي

$$PV = nRT$$

P تمثل الضغط، *V* تمثل الحجم.
n تمثل عدد المولات، *R* تمثل ثابت الغاز المثالي.
T تمثل درجة الحرارة.

بالنسبة لمقدار معلوم من الغاز محفوظ في درجة حرارة ثابتة. فإن حاصل ضرب الضغط في الحجم يساوي مقدارًا ثابتًا

إذا كنت تعلم أي ثلاثة متغيرات من الأربعة، فإنه يمكنك إعادة ترتيب المعادلة لإيجاد المتغير المجهول.



■ **الشكل 6** الحجم ودرجة الحرارة لهذا الإطار تظل هي نفسها كلما أخذنا الهواء ومع ذلك، فإن الضغط في الإطار يزداد كلما ازدادت كمية الهواء في الإطار.

المعلومات

اكتب معلومات من هذا القسم في مخطوبتك

مثال 6

قانون الغاز المثالي احسب عدد مولات غاز الأمونيا (NH₃) التي يحتوي عليها وعاء حجمه 3.0 L عند درجة حرارة 3.00 × 10² K وضغط 1.50 atm.

1 تحليل المسألة

معلوم لديك الحجم ودرجة الحرارة والضغط لمعينة من الغاز. استخدم قانون الغاز المثالي واختر قيمة *R* التي تحتوي على وحدات الضغط المعلومة في المسألة. ولأن الضغط ودرجة الحرارة يقتربان في القيمة من الضغط ودرجة الحرارة القياسيين STP. إلا أن الحجم أصغر بكثير من 22.4 L وسيبدو الأمر منطقيًا إذا كانت الإجابة المحسوبة أصغر بكثير من 1 mol.

| مجهول | معلوم |
|------------------|---|
| <i>n</i> = ? mol | <i>V</i> = 3.0 L |
| | <i>T</i> = 3.00 × 10 ² K |
| | <i>P</i> = 1.50 atm |
| | <i>R</i> = 0.0821 $\frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$ |

2 حساب المجهول

استخدم قانون الغاز المثالي. أعد ترتيب المعادلة لإيجاد قيمة *n* والتعويض بالقيم المعلومة.

| | |
|---|--------------------|
| <i>PV = nRT</i> | |
| <i>n = $\frac{PV}{RT}$</i> | |
| <i>n = $\frac{(1.50\text{atm})(3.0\text{L})}{(0.0821\frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(3.00 \times 10^2\text{K})}$</i> | |
| <i>n = $\frac{(1.50\text{atm})(3.0\text{L})}{(0.0821\frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(3.00 \times 10^2\text{K})}$</i> | <i>n = 0.18mol</i> |
| اضرب واقسم الأعداد والوحدات. | |

3 تقييم الإجابة

تتفق الإجابة مع التوقعات بأن عدد المولات الحالي سوف يكون أقل من 1 mol بشكل ملحوظ. الوحدة المذكورة في الإجابة هي المول ويوجد اثنان من الأرقام المعنوية.

تطبيق

- حدد درجة الحرارة السيليزية لكمية من الغاز مقدارها 2.49 mol موجودة في وعاء حجمه 1.00 L عند ضغط يساوي 143 kPa.
- احسب حجم 0.323 mol من الغاز عند 265 K و 0.900 atm.
- ما الضغط (بوحدة atm) لمعينة مقدارها 0.108 mol من غاز الهيليوم عند درجة حرارة 20.0°C إذا كان حجمها هو 0.505 ؟
- إذا كان الضغط البشريول من غاز عند درجة حرارة 25°C في حجم مقداره 0.044 L يساوي 3.81 atm فكم عدد مولات الغاز الموجودة؟
- تحدي** غاز مثالي حجمه 3.0 L. فإذا تضاعف كل من عدد مولات الغاز ودرجة الحرارة بينما بقي الضغط ثابتًا كما هو. فما هو الحجم الجديد؟

What is the volume(L) of **0.216 mol** sample of helium gas at a temperature of **30.0 °C** and a pressure of **7.16 atm**?

ما حجم (L) عينة من غاز الهيليوم مقدارها **0.216 mol** عند درجة حرارة **30.0 °C** وضغط **7.16 atm**؟
 $V = ?$
 T
 P

$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$T = 30 + 273 = 303$$

$$0.750 \text{ L } A$$

$$PV = nRT$$

$$1.40 \text{ L } B$$

$$7.16 V = 0.216 * 0.0821 * 303$$

$$0.375 \text{ L } C$$

$$2.85 \text{ L } D$$

What is the volume of a 0.323 mol sample
of a gas at 12°C and 0.900 atm?

$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

ما حجم عينة من غاز عدد مولاتها 0.323 mol
عند 12°C و 0.900 atm؟

$$T = 12 + 273 = 285$$

$$7.26 \text{ L}$$

$$PV = nRT$$

$$8.40 \text{ L}$$

$$0.900 V = 0.323 \times 0.0821 \times 285$$

$$3.53 \text{ L}$$

$$6.52 \text{ L}$$

$$PV = nRT$$

$$PV = \frac{m}{M_m} RT$$

$$P = \frac{mRT}{M_m V}$$

$$P = \frac{DRT}{M_m}$$



قانون الغاز المثالي— الكتلة المولية والكثافة

يمكن استخدام قانون الغاز المثالي في إيجاد قيمة أي من المتغيرات الأربعة P , V , T , n إذا كانت قيم المتغيرات الثلاثة الأخرى معلومة. كما يمكنك أيضاً إعادة ترتيب المعادلة $PV = nRT$ لحساب الكتلة المولية وكثافة عينة من الغاز.

الكتلة المولية وقانون الغاز المثالي لإيجاد الكتلة المولية لعينة من الغاز، فإنه يجب معرفة الكتلة ودرجة الحرارة والضغط والحجم للغاز. تذكر أن عدد مولات غاز ما (n) تساوي الكتلة (m) مقسومة على الكتلة المولية (M). وبالتالي، فإن n في المعادلة يمكن استبداله بواسطة m/M .

$$PV = nRT \quad n = \frac{m}{M} \quad PV = \frac{mRT}{M}$$

يمكنك إعادة ترتيب المعادلة الجديدة لإيجاد الكتلة المولية.

$$M = \frac{nRT}{PV}$$

الكثافة وقانون الغاز المثالي تذكر أن الكثافة (D) لمادة ما تُعرف بأنها الكتلة (m) لكل وحدة حجم (V). بعد إعادة ترتيب معادلة الغاز المثالي لإيجاد قيمة الكتلة المولية، يمكنك التعويض بالقيمة D بدلاً من m/V .

$$M = \frac{nRT}{PV} \quad \frac{m}{V} = D \quad M = \frac{DRT}{P}$$

يمكنك إعادة ترتيب المعادلة الجديدة لإيجاد قيمة الكثافة.

$$D = \frac{MP}{RT}$$

لماذا قد تحتاج إلى معرفة كثافة غاز معين؟ فكر في متطلبات مكافحة الحريق. من إحدى طرق مكافحة الحريق هو منع الأكسجين من الوصول إليها وذلك بتغطيتها بغاز آخر لا يحرق ولا يساعد على الاحتراق. كما هو موضح في الشكل 7 يجب أن تكون كثافة هذا الغاز أكبر من الأكسجين بحيث يحل محل الأكسجين في مصدر النيران. يمكنك ملاحظة تطبيق مماثل للكثافة عن طريق الاختبار التوضيحي في الصفحة التالية.



الشكل 7 لإطفاء الحريق. عليك إبعاد الوقود والأكسجين والحرارة. طعنة الحريق إلى اليسار تحتوي على ثاني أكسيد الكربون والذي يحل محل الأكسجين ولكنه لا يحترق. وهو أيضاً له تأثير مبرّد بسبب الانتشار السريع لثاني أكسيد الكربون مثل خروجك من الماء.

فسر لماذا يحل ثاني أكسيد الكربون محل الأكسجين؟

The fire extinguisher below contains carbon dioxide. Which of the following is **correct**?

تحتوي طفاية الحريق أدناه على غاز ثاني أكسيد الكربون.

أي مما يأتي **صحيح**؟



| | |
|--|---|
| كثافة ثاني أكسيد الكربون أقل من كثافة الأكسجين Carbon dioxide density is less than oxygen density | 1 |
| ثاني أكسيد الكربون قابل للاحتراق (الاشتعال) carbon dioxide combustible (flammable) | 2 |
| ثاني أكسيد الكربون له تأثير مبرد Carbon dioxide has a cooling effect | 3 |

D. 2 و 3

C. 1 و 2

B. 3 فقط

A. 1 فقط

A **4.25 L** flask is filled with butane gas (C_4H_{10})
at a pressure of **1.5 atm** and a temperature of
 -20°C . What is the mass of butane in the flask?

دورق حجمه **4.25 L** مملوء بغاز البيوتان (C_4H_{10}) عند ضغط
1.5 atm ودرجة حرارة **-20°C** فما كتلة البيوتان في الدورق؟

| R | الكتلة المولية للبيوتان C_4H_{10} Molar mass of butane C_4H_{10} |
|--------------------|---|
| 0.0821 L.atm/mol.K | 58.1 g/mol |

$$T = -20 + 273 = 253$$

17.8 g **A**

$$4.25 \times 1.5 = \frac{m \times 0.0821 \times 253}{58.1}$$

$$PV = nRT$$

8.9 g **B**

$$PV = \frac{m}{Mm}RT$$

26.7 g **C**

~~1.5~~

13.5 g **D**

What is the molar mass of unknown gas at STP,
if its density was 1.70 g/L?

$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$T = 0 + 273 = 273$$

$$D = \frac{M_m P}{RT}$$

$$1.70 = \frac{M_m \times 1}{0.0821 \times 273}$$

$$87.3 \text{ g/mol}$$

$$25.6 \text{ g/mol}$$

$$38.1 \text{ g/mol}$$

$$5.11 \text{ g/mol}$$

ما الكتلة المولية لغاز مجهول عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP،
إذا كانت كثافة الغاز 1.70 g/L

M_m

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 0$$

مختبر مصغر

نموذج لطفاية الحريق

لماذا يستخدم ثاني أكسيد الكربون في طفايات مكافحة الحريق؟

الإجراء

- اقرأ تعليمات السلامة الخاصة بهذه التجربة قبل البدء في العمل.
- قم بقياس درجة الحرارة باستخدام الترمومتر. قم براءة الضغط الجوي باستخدام باروميتر. سجل بياناتك.
- أخذ قطعة من رفائق الألمنيوم حول أسطوانة طولها 30 cm وقطرها لا يقل عن 6 cm. أفلح الحواف باستخدام شريط لاصق.
- استخدم أعواد الشباب لإشعال الشمعة.
- تحذير: قم بإبعاد أعواد الشباب المشتعل بالماء قبل التخلص منه. اجعل الشعر والملابس بعيداً عن اللهب.
- ضع 30 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية (NaHCO_3) في كأس كبير. أمد 40 mL من الخل ($5\% \text{CH}_3\text{COOH}$).
- ضع الأسطوانة بسرعة بعداً عن لبب الشمعة بزاوية 45° .
- تحذير: لا تجعل طرف الأسطوانة يلامس المشتعلة. بينما التعامل في الكأس ينشط في إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون. حرص في إمرار الغاز وليس السائل. من الكأس في قوعدة أنبوب الألمنيوم. سجل ملاحظاتك.



التحليل

- تطبيق احسب الحجم المولي للغاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) في درجة حرارة الغرفة والضغط الجوي.
- احسب الكثافة في درجة حرارة الغرفة بالجرام لكل لتر لكل من ثاني أكسيد الكربون والأكسجين والنيروجين. تذكر أنك ستحتاج إلى حساب الكتلة المولية للغاز من أجل حساب كثافته.
- فسر هل ملاحظتك وحساباتك تدعم استخدام غاز ثاني أكسيد الكربون في إخماد الحرائق؟ فسر إجابتك.

استراتيجيات حل المسائل

اشتقاق قوانين الغازات

إذا أثبتت الإستراتيجية التالية. فستحتاج إلى تذكر قانون واحد فقط للغاز—وهو قانون الغاز المثالي. تذكر مثال: إذا كانت كمية الغاز ثابتة وعند ضغط ثابت، فأنت بحاجة إلى قانون شارل لحل مسائل تشتمل على الحجم ودرجة الحرارة.

1. استخدم قانون الغاز المثالي في كتابة معادلتين تصفان بيئة من الغاز عند حجمين ودرجتي حرارة مختلفين (الكميات التي لا تتغير موضحة باللون الأحمر).

2. اجعل الحجم ودرجة الحرارة—الطرفان اللذان يحتلان—على نفس الطرف من كل معادلة.

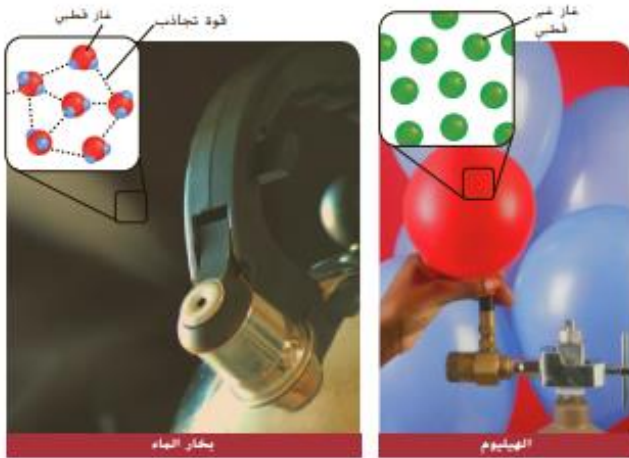
3. حيث أن n و R ثابتان في ظل هذه الظروف، فإنه يمكنك اشتقاق قانون شارل.

$$\begin{aligned} PV_1 &= nRT_1 & PV_2 &= nRT_2 \\ \frac{V_1}{T_1} &= \frac{nR}{P} & \frac{V_2}{T_2} &= \frac{nR}{P} \\ \frac{V_1}{T_1} &= \frac{V_2}{T_2} \end{aligned}$$

تطبيق الإستراتيجية

اشتق قانوني بويل وجاي لوساك والمانون العام للغازات بناءً على البتال أعلاه.

ضغط ودرجة حرارة مرتفعان يعني لا بتطبيق قانون الغاز المثالي على الأرجح على الغاز الحقيقي؟ تنحرف الغازات الحقيقية كثيراً عن سلوك الغاز المثالي عند الضغوط العالية ودرجات الحرارة المنخفضة. غاز النيتروجين في الصهاريج الموضحة في الشكل 8 يسلك سلوك الغاز الحقيقي. ينتج عن خفض درجة حرارة غاز النيتروجين طاقة حركية أقل لجسيمات الغاز. ما يعني أن قوى التجاذب بين الجزيئات تصبح قوية كفاية للتأثير على سلوكها. عندما تكون درجة الحرارة منخفضة كفاية، فإن هذا الغاز الحقيقي يتكثف ليشكل سائلاً. غاز البروبان في الصهاريج والبوش في الشكل 8 يسلك أيضاً سلوك الغاز الحقيقي. زيادة الضغط على غاز ما يجبر جسيمات الغاز من الاقتراب من بعضها البعض حتى يصبح الحجم الذي تشغله جسيمات الغاز أنضجاً معنياً أي لا يمكن إهماله. الغازات الحقيقية مثل البروبان تتحول إلى سوائل إذا أثر عليها ضغط كافٍ.



الشكل 9 في الغاز غير القطبي يوجد حد أدنى من التجاذب بين الجسيمات. بينما في الغازات القطبية، مثل بخار الماء، توجد قوى تجاذب قوية بين جسيماتها. استدل بافتراض أن حجم الجسيمات مهم. فكيف يمكن مقارنة الضغط المقاس فعينة من الغاز بين جسيماته قوى تجاذب قوية بالضغط المتوقع بتطبيق قانون الغاز المثالي

القطبية وحجم الجزيئات طبيعة الجسيمات المبكوة للغاز تؤثر أيضاً على الكيفية التي ينحرف بها الغاز بطريقة مثالية. على سبيل المثال، جزيئات الغاز القطبية، مثل بخار الماء، عمولاً يكون لها قوى تجاذب أقوى بين جسيماتها من الغازات غير القطبية، مثل الهيليوم. تنجذب الأقطاب المختلفة في الشحنة للجزيئات القطبية نحو بعضها من خلال قوى كهروستاتيكية. كما هو موضح في الشكل 9. وبالتالي، فإن الغازات القطبية لا تسلك سلوك الغازات المثالية. أيضاً، فإن جسيمات الغازات المبكوة من جزيئات غير قطبية أكبر حجماً، مثل البروبان (C_3H_8)، تشغل حجماً فعلياً أكبر من العدد نفسه من جسيمات أصغر حجماً في غازات مثل الهيليوم (He). وبالتالي، فإن جسيمات الغاز الأكبر حجماً تنيل إلى أن تظهر انحرافاً أكبر عن السلوك المثالي من جسيمات الغاز الأصغر حجماً.

القسم 2 مراجعة

ملخص القسم

- يخص مبدأ أفوجادرو على أن الأسام المتساوية من الغازات تحتوي عند نفس الضغط ودرجة الحرارة على أعداد متساوية من الجسيمات.
- يربط قانون الغاز المثالي كمية الغاز مع ضغطه ودرجة حرارته وحجمه.
- يمكن استخدام قانون الغاز المثالي في إيجاد الكتلة المولية للغاز إذا كانت كتلة الغاز معلومة أو حساب كثافة الغاز إذا كانت الكتلة المولية معلومة.
- في ظل الضغوط المرتفعة جداً ودرجات الحرارة المنخفضة جداً، تسلك الغازات الحقيقية سلوكاً مختلفاً عن الغازات المثالية.

- الحركة «الرئيسية فسر لماذا يعتبر مبدأ أفوجادرو صحيحاً مع الغازات المثالية التي لها جسيمات صغيرة والغازات المثالية التي لها جسيمات كبيرة.
- اكتب معادلة قانون الغاز المثالي.
- حلل كيف ينطبق قانون الغاز المثالي على الغازات الحقيقية باستخدام نظرية الحركة الجزيئية.
- تنبأ الظروف التي قد ينحرف فيها الغاز الحقيقي عن السلوك المثالي.
- اكتب الوحدات الشائعة لكل متغير في قانون الغاز المثالي.
- احسب دوق حجمه 2.00 L مملوء بغاز البروبان (C_3H_8) عند ضغط 1.00 atm ودرجة حرارة 15.0°C ، فبا كتلة البروبان في الدوق؟
- ارسم رسماً بيانياً واستخدمه مع كل انخفاض قدره 6°C في درجة الحرارة، ينخفض ضغط الهواء في إطارات السيارة بخلاف 1 psi ($14.7 \text{ psi} = 1.00 \text{ atm}$). قم بعمل رسم بياني يوضح التغير في الضغط من 20°C إلى -20°C (افترض أن الضغط يساوي 30.0 psi عند 20°C).



يمكن تخزين 270 حجماً من الكمية الغازية من البروبان على شكل سائل في الحجم نفسه. قد تتكثف الجسيمات الصغيرة من البروبان السائل على شكل بؤبؤ لامرأش الهواء في الهواء الطلق أو أسطوانات أكبر حجماً للتصنيع والتعبئة.



يتحول غاز النيتروجين إلى سائل منه درجة حرارة -196°C ، وعند درجة الحرارة هذه، يمكن للماء، سائل الجسيمات المتساوية مثل أسامة الجسم، لتأمنك التسليخة أو الإبرابات الطبية.

الشكل 8 أ تبغ الغازات الحقيقية قانون الغاز المثالي في كل الضغوط ودرجات الحرارة.

الغازات الحقيقية مقابل المثالية

ما الذي يعنيه البسيط غاز مثالي؟ الغازات المثالية تتبع فرضيات نظرية الحركة الجزيئية. ووفقاً لهذه النظرية، فإن الغاز المثالي هو الغاز الذي لا تشغل جسيمات حيزاً من الفراغ. الغازات المثالية ليس لديها قوى تجاذب بين جسيماتها ولا تنجذب أو تتنافر مع جدران الأوعية الموجودة فيها. تتحرك جسيمات الغاز المثالي بسرعة ثابتة وبمشتوائية في خطوط مستقيمة حتى تصطدم ببعضها أو مع جدران الوعاء. وبالإضافة إلى ذلك، فإن هذه التصادمات تكون مرنة بشكل مثالي. ما يعني أن الطاقة الحركية للنظام لا تتغير. ينتج الغاز المثالي قوانين الغازات في جميع ظروف درجة الحرارة والضغط.

وفي الواقع، لا يوجد غاز مثالي تماماً. كل جسيمات الغازات لها حجم معين ومع ذلك فهو حجم صغير والجسيمات تتجاذب فيما بينها. أيضاً، التصادمات التي تحدثها الجسيمات مع بعضها البعض ومع الحاوية ليست مرنة بشكل مثالي. ورغم أن ذلك، فإن معظم الغازات تتسلك سلوك الغازات المثالية على نطاق واسع من درجات الحرارة والضغط. وفي ظل الظروف المناسبة، فإن الخصائص التي جرت باستخدام قانون الغاز المثالي تقترب جداً من القياسات التجريبية.

التأكد من فهم النص فسر العلاقة بين نظرية الحركة الجزيئية والغاز المثالي.

Which of the following is a characteristic of the ideal gas?

أي مما يلي من خصائص الغاز المثالي؟

Its particles move at variable velocities and on winding (zigzag) lines

تتحرك جسيماته بسرعات متغيرة وبمسارات متعرجة



A

Its particles take up space and measured in volume units (L)

تشغل جسيماته حيزاً من الفراغ ويعبر عنها بوحدة الحجم (L)



B

Its particles collide with each other or with the wall surface in perfectly elastic way

تتصادم جسيماته ببعضها أو مع جدران الوعاء تصادمات مرنة بشكل مثالي



C

Its particles experience intermolecular attractive forces

تتعرض جسيماته لقوى تجاذب بينها



D

When does a real gas behave like an ideal gas?

متى يسلك الغاز الحقيقي مثل الغاز المثالي؟

At high pressure and low temperature

عند الضغط العالي ودرجة الحرارة المنخفضة

When high pressure is applied and the gas changes to the liquid phase

عندما تتحول حالة الغاز إلى سائل، عند التأثير عليه بضغط مرتفع

When the particles are close to each other, and attractive forces are high

عندما تقترب الجزيئات عن بعضها البعض وتزداد قوى التجاذب

When the particles are far apart, and the attractive forces are low

عندما تبتعد الجزيئات عن بعضها البعض وتقل قوى التجاذب

| | | | |
|----|--|---|-----------|
| 19 | CHM.5.2.01.006.03 Identify what the coefficients in a balanced chemical equation specify | نص الكتاب + الشكل 10 + مثال 7 + تطبيقات | 328 , 329 |
| | | Textbook + figure 10 + example 7 + Applications | |

الحسابات الكيميائية للغازات

الفكرة الرئيسة عندما تتفاعل الغازات، فإن معاملات المواد المتفاعلة والنتيجة في المعادلة الكيميائية الموزونة تحدد كميات المواد ونسبها والنسب الحجمية لتلك المواد.

الكيمياء في حياتك
لصنع الكعك، يجب إضافة المكونات بالنسب الصحيحة، وبطريقة مماثلة، فإن النسب الصحيحة للمواد المتفاعلة مطلوبة في التفاعل الكيميائي للحصول على النواتج المطلوبة.

الحسابات الكيميائية للتفاعلات المشتتة على غازات

يمكن تطبيق قوانين الغازات في الحسابات الكيميائية للتفاعلات التي تكون فيها الغازات مواد متفاعلة أو نواتج. تذكر أن المعاملات في المعادلات الكيميائية تمثل الكميات المولية من المواد المشاركة في التفاعل. على سبيل المثال، يمكن أن يتفاعل غاز الهيدروجين مع غاز الأكسجين لإنتاج بخار الماء.

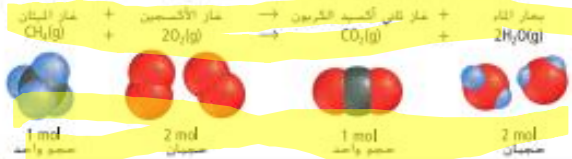


من المعادلة الكيميائية الموزونة، تعلم أن 2 mol من غاز الهيدروجين يتفاعل مع 1 mol من غاز الأكسجين وينتج عنه 2 mol من بخار الماء. وهذا يثيرك بالنسب المولية للمواد في هذا التفاعل. ينص مبدأ أفوجادرو على أن الأحجام المتساوية من الغازات عند نفس درجة الحرارة والضغط تحتوي على العدد نفسه من الجسيمات. وبالتالي، فإنه بالنسبة للغازات، المعاملات في معادلة كيميائية موزونة لا تمثل الكميات المولية فقط، بل أيضًا الأحجام النسبية، وبالتالي، فإن 2 L من غاز الهيدروجين تتفاعل مع 1 L من غاز الأكسجين لإنتاج 2 L من بخار الماء.

حسابات الحجم-الحجم

لإيجاد حجم مادة متفاعلة غازية في تفاعل أو أحد نواتجه، يجب أن تعلم المعادلة الكيميائية الموزونة للتفاعل وحجم غاز واحد آخر على الأقل مشترك في التفاعل. تحقق من التفاعل في الشكل 10 والذي يوضح احتراق الميثان ويحدث هذا التفاعل في كل مرة تشغل فيها موقد بنز.

ولأن المعاملات التي تمثل نسب الحجم للغازات المشاركة في التفاعل، يمكنك تحديد أنه يلزم 2 L من الأكسجين لتتفاعل بالكامل مع 1 L من الميثان. احتراق 1 L بالكامل من الميثان سينتج عنه 1 L من ثاني أكسيد الكربون و 2 L من بخار الماء.



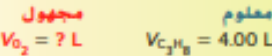
تذكر أن ظروف درجة الحرارة والضغط غير مذكورة. ونحن لسنا بحاجة إليها ونحن يصعد إجراء الحسابات لأنه بعد الخلط، يكون كلا الغازين عند درجة الحرارة والضغط نفسيهما. قد تتغير درجة الحرارة بالكامل أثناء التفاعل ولكن التغير في درجة الحرارة سيؤثر على كل الغازات في التفاعل بنفس الطريقة. ولذلك، فأنت لست بحاجة إلى مراعاة ظروف الضغط ودرجة الحرارة.

مثال 7

مسائل الحجم – الحجم ما الحجم المطلوب من غاز الأكسجين لاحتراق 4.00 L من غاز البروبان بالكامل (C₃H₈)؟ افترض ثبات الضغط ودرجة الحرارة.

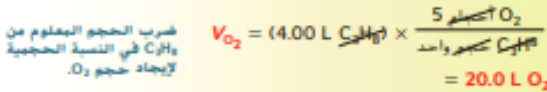
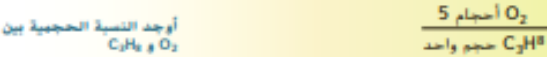
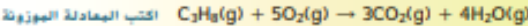
1 تحليل المسألة

معلوم لديك حجم المادة المتفاعلة الغازية في تفاعل كيميائي. تذكر أن العامل في معادلة كيميائية موزونة يوفر علاقات الحجم بين المواد المتفاعلة والنواتج.



2 حساب المجهول

استخدم المعادلة الموزونة لاحتراق C₃H₈. جد النسبة الحجمية بين C₃H₈ و O₂. ثم احسب حجم الأكسجين.



3 تقييم الإجابة

المعاملات في معادلة الاحتراق توضح أن حجم O₂ أكبر كثيرًا من حجم C₃H₈ وهذا يتوافق مع الإجابة. الوحدة المذكورة في الإجابة هي اللترات وهي وحدة الحجم ويوجد ثلاثة أرقام معنوية.

تطبيق

38. كم عدد لترات غاز البروبان (C₃H₈) التي سيتم احتراقها بالكامل بوجود 34.0 L من غاز الأكسجين؟

39. حدد حجم غاز الهيدروجين المطلوب للتفاعل تمامًا مع 5.00 L من غاز الأكسجين لتكوين الماء.

40. ما حجم الأكسجين المطلوب لاحتراق 2.36 L من غاز الميثان بالكامل (CH₄)؟

41. تحدي يتفاعل غاز النيتروجين مع غاز الأكسجين لتكوين غاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين (N₂O). ما حجم O₂ المطلوب لإنتاج 34 L N₂O؟

الكيمياء في الحياة اليومية

استخدام الحسابات الكيميائية



أفران النسب الصحيحة من الغازات مطلوبة لكثير من التفاعلات الكيميائية. وعلى الرغم من استخدام الميثان في إشعال الكثير من أفران الموقد، فإنه يمكن استخدام خليط دقيق من البروبان والهواء لإشعال الفرن في حالة عدم توفر الميثان.

In the chemical reactions' equations, which physical state/s of matter that can use their coefficients to represent both molar amounts and relative volumes?

في معادلات التفاعلات الكيميائية، أي حالة/ حالات فيزيائية من حالات المادة يمكن استخدام معاملاتها لتحديد كميات المولات ونسبها والنسب الحجمية لتلك المواد؟

| | | | |
|------|--------|------|------|
| i. | Gas | غاز | i. |
| ii. | Liquid | سائل | ii. |
| iii. | Solid | صلب | iii. |

i and ii

i و ii

i, ii, and iii

i ، ii ، و iii

i only

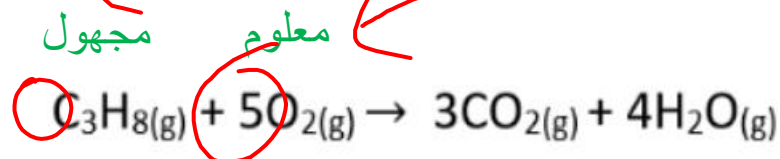
i فقط

ii only

ii فقط

How many liters of propane gas (C₃H₈) will undergo complete combustion with 30.0 L of oxygen gas? Assume that pressure and temperature remain constant

كم عدد لترات غاز البروبان (C₃H₈) التي سيتم احتراقها بالكامل بوجود 30.0 L من غاز الأكسجين؟ افترض ثبات الضغط ودرجة الحرارة



معامل

$$\text{حجم المجهول} = \text{حجم المعلوم} \times \frac{V_{\text{L مجهول}}}{V_{\text{L معلوم}}}$$

$$= 30 \times \frac{1}{5}$$

2 L

1 L

6 L

5 L

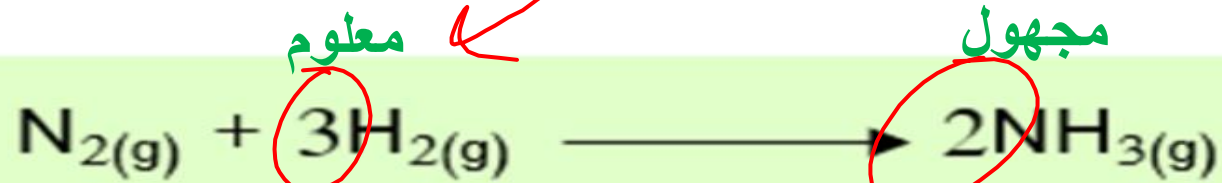
Nitrogen and hydrogen gases react to form ammonia gas (NH_3). What volume of ammonia is formed from the reaction of 8.75 L of hydrogen H_2 ?

يتفاعل غاز النيتروجين مع غاز الهيدروجين لتكوين غاز الأمونيا (NH_3).

ما حجم الأمونيا التي تتشكل من تفاعل 8.75 L من الهيدروجين H_2 ؟

Assume that temperature and pressure remain constant

افتراض ثبات درجة الحرارة والضغط



معلوم

مجهول

$$\text{حجم المجهول} = \text{حجم المعلوم} \times \frac{V_L \text{ مجهول}}{V_L \text{ معلوم}}$$

$$8.75 \times \frac{2}{3}$$

5.80 L A

13.3 L B

9.50 L C

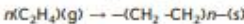
15.8 L D

| | | |
|----|--|-----------------|
| 20 | نص الكتاب + مثال 8 + تطبيقات | 330 , 331 , 332 |
| | بحسب كمية المتفاعلات والنواتج الغازية في تفاعل كيميائي | |
| | calculate the amounts of gaseous reactants and products in a chemical reaction | |



الشكل 12 لصناعة منتج فعالة. مثل كثير من هذه المواد البلاستيكية فإنه من الضروري الإجابة على الأسئلة التالية، ما هي الكمية التي ينبغي شراءها من المواد المتفاعلة؟ ما هي الكمية التي سيتم إنتاجها من المنتج؟

مسائل الحسابات الكيميائية. مثل المذكورة في هذا القسم. تعتمد عليها العمليات الصناعية. على سبيل المثال. غاز الإيثان (C₂H₆). يسمى أيضا بالإيثيلين وهو المادة الخام لصناعة بوليبرات البولي إيثيلين. يتم إنتاج البولي إيثيلين عندما يرتبط عدد كبير من جزيئات الإيثلين مع بعضها في سلاسل متكررة من وحدات -CH₂-CH₂. ويتم استخدام هذه البوليبرات في صناعة الكثير من مستلزمات الحياة اليومية. مثل البوشطة في الشكل 12. الصيغة العامة لتفاعل البلمرة هذا موضح أدناه. في هذه الصيغة *n* هو عدد الوحدات المستخدمة.



إذا كنت مهندس إنتاج في مصنع لتصنيع البولي إيثيلين. فستحتاج إلى معرفة خصائص غاز الإيثلين وتفاعل البلمرة. معرفة قوانين الغازات ستساعدك في حساب كل من كتلة وحجم المادة الخام المطلوبة تحت ظروف الحرارة والضغط المختلفة لصناعة أنواع مختلفة من البولي إيثيلين.

القسم 3 مراجعة

- المكثرة الرئيسية احسب عندما يتحد غاز الكلور مع بخار الماء. يحدث التفاعل التالي:
$$2\text{F}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 4\text{HF}(\text{g})$$
إذا بدأ التفاعل ببخار 2 L من غاز الكلور. فكم عدد لترات بخار الماء المتفاعلة معه وكم عدد لترات الأكسجين وقلوريد الهيدروجين الناتجين؟
- حلل هل يتناسب حجم الغاز طرديًا أم عكسيًا مع عدد مولات الغاز في حالة ثبات درجة الحرارة والضغط؟ قسر إجابتك.
- احسب البول الواحد من الغاز يشغل حجمًا قدره 22.4 L عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP. احسب ظروف درجة الحرارة والضغط المطلوبة لوضع 2 mol من الغاز في حجم مقداره 22.4 L
- قسر البيانات غاز الإيثين (C₂H₄) يتفاعل مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء. اكتب معادلة متوازنة لهذا التفاعل. ثم أوجد النسب المولية للمواد على كل طرف من طرفي المعادلة.

ملخص القسم

- المعاملات في معادلة كيميائية متوازنة تحدد النسب المولية للمواد المتفاعلة والنواتج الغازية.
- يمكن استخدام قوانين الغازات سواء مع المعادلات الكيميائية المتوازنة لحساب كميات الغازات المتفاعلة أو الناتجة في أحد التفاعلات.

2 حساب المجهول

حدد عدد لترات الأمونيا الغازية الناتجة من 5.00 L غاز النيتروجين.

$$\text{N}_2 \text{ حجم واحد}$$

$$\text{NH}_3 \text{ حجمان}$$

$$5.00 \text{ L N}_2 \times \left(\frac{\text{حجم NH}_3}{\text{حجم واحد N}_2} \right) = 10.0 \text{ L NH}_3$$

استخدام قانون الغاز المثالي. أوجد قيمة *n* واحسب عدد مولات NH₃.

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{PV}{RT}$$

$$n = \frac{(3.00 \text{ atm})(10.0 \text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(298 \text{ K})}$$

$$n = \frac{(3.00 \text{ atm})(10.0 \text{ L})}{(0.0821 \frac{\text{L}\cdot\text{atm}}{\text{mol}\cdot\text{K}})(298 \text{ K})} = 1.23 \text{ mol NH}_3$$

$$M = \left(\frac{1 \text{ mol} \times 14.01 \text{ amu}}{1 \text{ جسيم واحد}} \right) + \left(\frac{3 \text{ H} \times 1.01 \text{ amu}}{1 \text{ جسيم واحد}} \right)$$

$$= 17.04 \text{ amu}$$

$$M = 17.04 \text{ g/mol}$$

تحويل مولات الأمونيا إلى جرامات من الأمونيا

$$1.23 \text{ mol-NH}_3 \times \frac{17.04 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol-NH}_3} = 21.0 \text{ g NH}_3$$

3 تقييم الإجابة

للتحقق من إجابتك. احسب حجم النيتروجين المتفاعل عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP. ثم استخدم الحجم المولي والنسبة المولية بين N₂ و NH₃ لتحديد عدد مولات NH₃ التي تم إنتاجها. الوحدة في الإجابة هي الجرامات وهي وحدة الكتلة. يوجد ثلاثة أرقام معنوية.

أوجد النسبة الحجمية بين N₂ و NH₃ باستخدام المعادلة المتوازنة.

ضرب الحجم المعلوم من N₂ في النسبة الحجمية لإيجاد حجم NH₃.

اكتب قانون الغاز المثالي.

أوجد قيمة *n*

عوض *P* = 3.00 atm, *V*_{N₂} = 10.0 L, *T* = 298 K

أوجد الكتلة المولية لتكوين NH₃

عثر عن الكتلة المولية بوحدة g/mol

استخدم الكتلة المولية للأمونيا باعتبارها معامل تحويل.



الشكل 11 تعد الأمونيا أساسية في إنتاج الأسمدة التي تحتوي على النيتروجين. المستويات الباشعة من النيتروجين في التربة تؤدي إلى زيادة إنتاج المحاصيل.

حسابات الحجم-الكتلة

الربط بين

إنتاج الأمونيا (NH₃) من غاز النيتروجين (N₂). يستخدم مصنع الأسمدة الأمونيا في صناعة الأسمدة النيتروجينية. فالنيتروجين عنصر أساسي لنمو النبات. الموارد الطبيعية للنيتروجين في التربة، مثل تثبيت النيتروجين بواسطة البكتيات وتثبيت البادئة العضوية وفشلات الحيوانات. لا توفر داتنا نيتروجين كافية للحصول على محاصيل زراعية مثالية. الشكل 11 يوضح مزارعا يستخدم سيادا غنيا بالنيتروجين في التربة. وهذا يمكن المزارع من إنتاج محصول ذات إنتاجية عالية. مثال 8 يوضح كيفية استخدام حجم من غاز النيتروجين لإنتاج كمية معينة من الأمونيا. وفي حل هذا النوع من المسائل. تذكر أن المعادلة الكيميائية المتوازنة تسمح لك بإيجاد نسب المولات والحجوم النسبية للغازات وليس الكتل. يجب تحويل كل الكتل المعلومه إلى مولات أو حجوم قبل استخدامها كجزء من نسبة. أيضًا. تذكر أن وحدات درجة الحرارة المستخدمة يجب أن تكون الكلفن.

المفردات

المفردات الأكاديمية

النسبة

هي العلاقة بين شيئين من حيث الكمية في جزئي الماء. نسبة الهيدروجين إلى الأكسجين 2:1.

مثال 8

مسائل الحجم-الكتلة يتم تصنيع الأمونيا من الهيدروجين والنيتروجين.



إذا كان 5.00 L من النيتروجين يتفاعل بالكامل مع الهيدروجين عند ضغط مقداره 3.00 atm ودرجة حرارة 298 K. فما هو مقدار الأمونيا. بالجرامات. الناتج؟

1 تحليل المسألة

معلوم لديك حجم وضغط ودرجة حرارة غنية من الغاز. نسب البول والحجم للمواد المتفاعلة والنواتج الغازية معلومة من خلال المعاملات في المعادلة الكيميائية المتوازنة. يمكن تحويل الحجم إلى مولات ومن ثم إيجاد علاقة مع الكتلة باستخدام الكتلة المولية وقانون الغاز المثالي.

مجهول

$m_{\text{NH}_3} = ? \text{ g}$

معلوم

$V_{\text{N}_2} = 5.00 \text{ L}$

$P = 3.00 \text{ atm}$

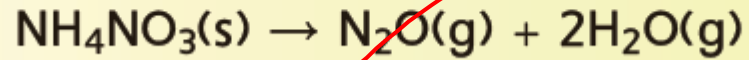
$T = 298 \text{ K}$

تطبيق

- خيرات الألوينيوم مكون شائع الاستخدام في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل الموضح لحساب كتلة نترات الألوينيوم الصلبة التي يجب استخدامها للحصول على 0.100 L من غاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP.
$$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{N}_2\text{O}(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$
- عند تسخين كربونات الكالسيوم الصلبة (CaCO₃) فإنها تتفكك لتكون أكسيد الكالسيوم الصلب (CaO) وغاز ثاني أكسيد الكربون (CO₂). كم عدد لترات ثاني أكسيد الكربون التي سيتم إنتاجها عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP إذا كان 2.38 kg من كربونات تتفكك. ٧بالكامل؟
- عندما يصدأ الحديد. فإنه يمر بتفاعل مع الأكسجين لتكوين أكسيد الحديد(III).
$$4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$$
احسب حجم غاز الأكسجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP اللازم ليتفاعل تمامًا مع 52.0 من الحديد.
- تحدي. تم إضافة كمية وافرة من حمض الأسيتيك إلى 28 g من كربونات الصوديوم الهيدروجينية عند درجة حرارة 25°C وضغط مقداره 1 atm. وأثناء التفاعل. يرد الغاز ليصل إلى 20°C. فما هو حجم ثاني أكسيد الكربون الناتج؟ المعادلة المتوازنة للتفاعل موضحة أدناه.
$$\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCH}_3\text{COO}(\text{aq}) + \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

42. نترات الأمونيوم مكون شائع الاستخدام في الأسمدة الكيميائية. استخدم التفاعل الموضح لحساب كتلة نترات الأمونيوم الصلبة التي يجب استخدامها للحصول على 0.100 L من غاز أحادي أكسيد ثنائي النيتروجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP.

Mm $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80.03 \text{ g/mol}$



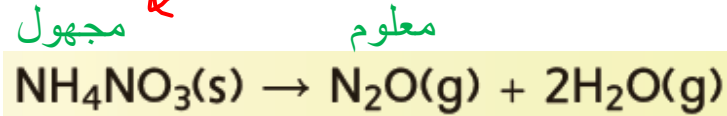
STP

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & \longrightarrow & 22.4 \text{ L} \\ ? \text{ mol} & \longrightarrow & 0.100 \text{ L} \end{array}$$

= عدد مولات N_2O تحت STP

$$\frac{0.100 \text{ L} \times 1 \text{ mol}}{22.4 \text{ L}}$$

$$= 0.00446 \text{ mol N}_2\text{O}$$



$$m_{\text{مجهول}} = n_{\text{معلوم}} \times Mm_{\text{مجهول}} \times \frac{\text{mol مجهول}}{\text{mol معلوم}}$$

$$= 0.00446 \times 80.03 \times \frac{1}{1}$$

$$= 0.357 \text{ g NH}_4\text{NO}_3$$

When iron rusts, it undergoes a reaction with

oxygen to form iron (III) oxide. What is the volume

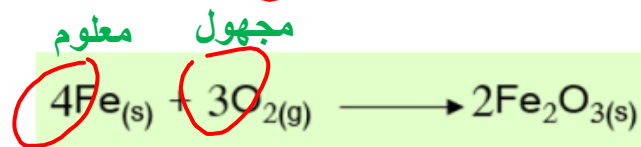
of oxygen gas at (STP) that is required to

completely react with **78.0 g** of iron?

عندما يصدأ الحديد، فإنه يمر بتفاعل مع الأكسجين لتكوين

أكسيد الحديد (III) ما حجم غاز الأكسجين عند درجة الحرارة والضغط

القياسيين (STP) اللازم للتفاعل تمامًا مع **78.0 g** من الحديد؟



Molar mass of **Fe** = **55.85 g/mol**

الكتلة المولية لـ **Fe** = **55.85 g/mol**

$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

$$n_{\text{مجهول}} = \frac{m_{\text{معلوم}}}{Mm_{\text{معلوم}}} \times \frac{\text{mol مجهول}}{\text{mol معلوم}}$$

$$= \frac{78}{55.85} \times \frac{4}{3}$$

1.04

23.5 L A

27.7 L B

18.5 L C

14.9 L D

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ mol} & \longrightarrow & 22.4 \text{ L} \\ 1.04 & \longrightarrow & ? \end{array}$$

What is the mass of ammonia gas (NH₃) can be formed from 13.7 L of hydrogen gas H₂ at 93.0°C and a pressure of 0.396 atm according to the reaction in the chemical equation below?

(molar mass of NH₃ = 17.04 g/mol)

(R = 0.0821 L.atm/mol.K)

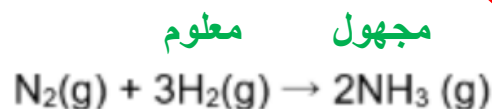
ما كتلة غاز الأمونيا (NH₃) التي يمكن أن تتشكل من 13.7 L من غاز

الهيدروجين H₂ عند درجة حرارة 93°C وضغط 0.396 atm

حسب التفاعل المبين في المعادلة الكيميائية أدناه؟

(الكتلة المولية لـ NH₃ = 17.04 g/mol)

(R = 0.0821 L.atm/mol.K)



$$T = 93 + 273 = 366$$

$$PV = nRT$$

$$\frac{m}{M}$$

0.274 g

A

0.122 g

B

2.05 g

C

1.24 g

D

$$m_{\text{مجهول}} = n_{\text{معلوم}} \times M_{\text{مجهول}} \times \frac{\text{mol مجهول}}{\text{mol معلوم}}$$

$$= 0.181 \times 17.04 \times \frac{2}{3}$$

0.181

$$0.396 \times 13.7 = n \times 0.0821 \times 366$$

When iron rusts, it undergoes a reaction with oxygen to form iron(III) oxide.

What is the volume of oxygen gas at STP that is required to completely react with 52.0 g of iron?

(molar mass of Fe = 55.8 g/mol)

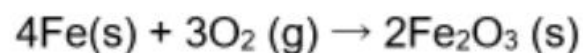
R = 0.0821 L.atm/mol.K

STP
O₂

1 mol → 22.4L

0.699 → ?

مجهول معلوم



1.24 L

27.8 L

15.7 L

0.711 L

عندما يصدأ الحديد، فإنه يتفاعل مع الأكسجين لتكوين أكسيد الحديد (III).

ما حجم غاز الأكسجين عند درجة الحرارة والضغط القياسيين STP

اللازم ليتفاعل تمامًا مع 52.0 g من الحديد؟

(الكتلة المولية لـ Fe = 55.8 g/mol)

R = 0.0821 L.atm/mol.K

$$n_{\text{مجهول}} = \frac{m_{\text{معلوم}}}{M_{\text{معلوم}}} \times \frac{\text{mol مجهول}}{\text{mol معلوم}}$$

$$= \frac{52.0}{55.8} \times \frac{3}{4}$$

What is the volume of carbon dioxide gas produced from the complete decomposition of 25 g from calcium carbonate by heating, according to the below equation, and at STP conditions? (if the molar mass of $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$)

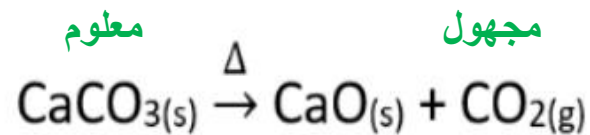
$$R = 0.0821 \text{ L.atm/mol.K}$$

STP CO_2

$$1 \text{ mol} \longrightarrow 22.4 \text{ L}$$

$$0.25 \longrightarrow ?$$

5.6



5.60 L

8.22 L

89.7 L

12.3 L

ما حجم غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج من التفكك التام لـ 25 g من كربونات الكالسيوم بالتسخين، وفقاً للمعادلة أدناه، وعند درجة الحرارة والضغط القياسيين؟

(علماً بأن الكتلة المولية $\text{CaCO}_3 = 100 \text{ g/mol}$)

$$0.0821 \text{ L.atm/mol.K} = R$$

$$n_{\text{مجهول}} = \frac{m_{\text{معلوم}}}{M_{\text{معلوم}}} \times \frac{\text{mol مجهول}}{\text{mol معلوم}}$$

$$= \frac{25}{100} \times \frac{1}{1}$$

STP